Yeni müfredata göre hazırlanmıştır

11. SINIF

KİMYA

KONU ANLATIMLI

- ✓ Konu anlatımlı ve çözümlü sorular
- ✓ Okula yönelik alıştırmalar
- ✓ Yazılı soruları
- ✓ LYS'ye yönelik testler
- ✓ Etkinlikler ve okuma parçaları

Ramazan KAYA

ESEN YAYINLARI

Genel Müdür
Temel Ateş
Genel Koordinatör
Akın Ateş
Eğitim Koordinatörü - Editör
Nevzat Asma
Eğitim Koordinatör Yardımcısı
Halit Bıyık

Dizgi, Grafik, Tasarım
Esen Dizgi Servisi

İsteme Adresi
ESEN BASIN YAYIN DAĞITIM LTD.ŞTİ.
Bayındır 2. Sokak No.: 34/11–12 Kızılay/ANKARA
tel.: (0312) 417 34 43 – 417 65 87
faks: (0312) 417 15 78

ESEN YAYINLARI

ISBN : 978-975-6913-92-5

Baskı

TUNA
MATBAACILIK SAN. VE TİC.AŞ
Bahçekapı Mah. 2460. Sok. Nu.:7
06369 Şaşmaz / ANKARA
Tel : (0312) 278 34 84 (pbx)
www.tunamatbaacilik.com.tr

Baskı Tarihi
2012 – VIII

www.esenyayinlari.com.tr

1. ÜNİTE

KİMYASAL REAKSİYONLAR VE ENERJİ

Günümüzde en önemli problemlerden biri enerji ihtiyacıdır. Enerji, iş yapabilme veya ısı verme yeteneği şeklinde ifade edilebilir. Taşıtların hareketli, bir yükün kaldırılması, elektroliz, elektrik akımının elde edilmesi, fotosentez gibi olaylarda iş yapılır. Doğal gazın yanması sonucunda açığa çıkan ısı ile çevre ısıtılabilir, su ısıtılabilir veya otomobil hareket ettirilebilir. Kimyasal tepkimelerde açığa çıkan enerji bir roketi havalandırabilir, bir türbini döndürebilir veya bir otomobili işletebilir. Günümüzde ki yüksek ekonomik düzeyini ve teknolojiyi yaratan etmenlerin en önemlisi bu enerji kullanılmasıdır.

Enerjinin bugün için bilinen üç ana kaynağı vardır;

a) Güneşte oluşan nükleer tepkimeler sonucu ortaya çıkan güneş enerjisi,

b) Atom çekirdeklerinin parçalanmasıyla açığa çıkan nükleer enerji,

c) Kimyasal tepkimeler sırasında atomların yeniden düzenlenmesi sonucu oluşan kimyasal enerji.

Doğada kullanılan en büyük enerji kaynağı güneştir. Güneş ışınları atmosferin üst katmanlarında çeşitli tepkimeler sonucunda ısı açığa çıkarır. Güneş ışınları yeşil bitkilerde fotosenteze yol açar. Bitkilerde oluşan bu tepkimeler, bitkiler besin olarak tüketilince enerji sağlar. Yeşil bitkiler, fosil yakıtları halinde milyonlarca yıl sonra enerji sağlar.

Nükleer enerji, dünya elektriğinin önemli bir kısmını karşılamaktadır. Nükleer enerji, kanserli hastaların tedavisi amacıyla, vücudun iç organlarını görüntülemede, kimyasal reaksiyonların mekanizmalarını araştırmada, arkeolojik nesnelerin yaşını bulmada, tarımda, gıdada ve askeri savunmada kullanılmaktadır.

Bugünki toplumlar yaygın olarak fosil yakıtlardan, doğal gaz kömür, benzin mazot, gazyağı ve petrol türevi yakıtları kullanılmaktadır. Türetilen enerjinin %80 – 90 kadarı kimyasal kökenli olup yukarıda örnekleri verilen fosil yakıtlardan elde edilmektedir. Kimyasal tepkimelerin çoğuna enerji eşlik eder. Tepkimelerde, çevre ile tepkime arasında enerji alış verişi olur. Kimyasal tepkimelere eşlik eden enerji genelde ısı enerjisi şeklinde olur. Birçok tepkimede bu enerji ışık olarak gözlenebilir. Elektroliz ve elektrokimyasal pillerde enerji elektrik enerjisi olarak gözlenebilir.

SİSTEMLER VE ENERJİ TÜRLERİ

1. ENERJİ VE ÇEŞİTLERİ
2. SİSTEM VE ÇEVRE
3. İÇ ENERJİ
4. ISI VE İŞ
5. TERMODİNAMİĞİN BİRİNCİ KANUNU
6. KİMYASAL TEPKİMELERDE ENERJİ

Herhangi bir şeyin neden meydana geldiğini hiç merak ettiniz mi?

★ Hayat neden sürüyor?

★ Güneş enerjisini nasıl kullanıyoruz?

★ Meydana gelen herşeyde enerjinin fonksiyonu nedir?

★ Niçin canlı kalırız?

★ Bir tepkime niçin bir yönde değil de, diğer yönde meydana gelir?

★ Tepkimeler niçin dengeye ulaşma meyli gösterir?

1. BÖLÜM

SİSTEMLER VE ENERJİ TÜRLERİ

1. ENERJİ VE ÇEŞİTLERİ

Enerji, genellikle **iş yapabilme kapasitesi** olarak tanımlanır. Bir kuvvetin bir yol boyunca etkimesi bir iş yapar. Hareketli bir cisim yavaşladığında ya da durduğunda iş yapar. Kimyacı, işi bir süreçten kaynaklanan enerji değişimi olarak tanımlar.

Enerji çeşitleri kinetik enerji, potonsiyel enerji, ışıma enerjisi, ısıl enerjisi ve kimyasal enerjidir.

Kinetik enerji, hareketli cismin enerjisine denir.

Potansiyel enerji, bir cismin konumundan dolayı sahip olduğu enerjidir. Zıplayan bir top, enerji ve işin niteliği hakkında bir bilgi verebilir. Önce topu bırakma yüksekliğine getirirken yerçekimine karşı bir kuvvet uygularız. Yaptığımız iş topta enerji şeklinde depo edilir. Bu depo edilmiş enerji ya da diğer bir ifadeyle depolanmış enerji top serbest bırakıldığında bir iş yapabilme özelliğine sahiptir ve bu nedenle potansiyel enerji adını alır. Bırakılan top, yerçekimi kuvveti tarafından aşağı doğru çekilir ve top düşer. Bu düşme sırasında potansiyel enerji kinetik enerjiye dönüşür. Top yere çarptığında kinetik enerji en yüksek değerine ulaşır. Tekrar sıçradığında topun kinetik enerjisi azalır. Potansiyel enerji artar. Potansiyel enerji, cisimler arasındaki itme ya da çekme kuvvetlerinden veya konumundan ve bileşiminden ileri gelen bir enerji çeşididir.

Işıma enerjisi, güneşten gelir ve Dünya'nın birincil enerji kaynağıdır. Güneş enerjisi, atmosfer ve Dünyanın yüzeyini ısıtır, fotosentez olarak bilinen süreçte bitkilerin büyümesini sağlar.

Isıl enerjisi: Atom ve moleküllerin rastgele hareketiyle ilgili kinetik enerjiye ısıl enerjisi denir. Zıplaması için yere bıraktığımız topa başlangıçta belirlenen potansiyel enerji, topun yüzeyi ve çevreleyen havanın atom veya moleküllerinin toplamının kinetik enerjisidir. Molekül ve atomların hareketleri arttıkça, madde daha sıcak hale gelir ve ısıl enerjisi artar.

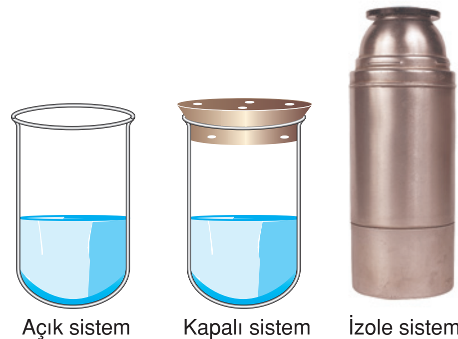
Kimyasal enerji, kimyasal maddelerin yapısal birimlerinde depolanan enerjidir. Bu enerjinin miktarı madde yapısındaki atomların türü ve düzenlenmeleriyle belirlenir. Maddeler kimyasal tepkimelere girdiğinde enerji açığa çıkar, enerji depolanır veya başka bir enerji şekline dönüşür.

Bütün enerji türleri, ilke olarak birinden diğerine dönüştürülebilir. Enerji türlerinin birbirine dönüştürülebilmesine karşın enerjinin ne yoktan var edilebileceği ne de yok edilebileceği sonucuna varılmıştır. Bu ilke enerjinin korunumu yasasıdır. Bu yasaya göre, evrenin toplam enerji miktarı sabit kabul edilir.

2. SİSTEM VE ÇEVRE

Evrenin incelemek üzere seçilen bölümüne **sistem** adı verilir. Sistem okyanuslar kadar büyük olabileceği gibi, bir beherin içindekiler kadar küçük de olabilir. Sistem dışında kalan evren parçasına **çevre** adı verilir. Kimyanın incelendiği sistemler genellikle küçük sistemlerdir ve çalışmaların çoğu sistemle çevre arasındaki etkileşimlere, yani enerji ve madde değişimlerine yoğunlaşır. Yaygın olarak görülen ve kimyacıların kullandığı üç tip sistem vardır.

Açık sistem, kapalı sistem ve izole (yalıtılmış) sistemdir.



★ Çevresiyle hem madde hem de enerji alış veriş yapabilen sisteme **açık sistem** denir.

- ★ Çevresi ile enerji alış verişi yapabilen fakat madde alış verişi yapamayan sisteme **kapalı sistem** denir.

- ★ Çevre ile teması olmayan, madde ve enerji alış verişinde bulunmayan sisteme ise **izole (yalıtılmış) sistem** denir.

Otomobil motoru açık sisteme, piller kapalı sisteme ve bir termos ise izole sisteme örnek verilebilir.

Ayrıca izotermal, izokorik ve izobarik sistemler de eklenebilir.

İzotermal (Sıcaklığı Sabit) Sistem: Sıcaklığı sabit tutulan sistemlerdir. Bu sistemler ortamla her türlü enerji ve madde alış verişi gerçekleştirebilir. İnsan vücudu ve erimekte olan arı madde örnek verilebilir.

İzokorik (Hacim Sabit) Sistem: Hacmi sabit tutulan sistemlerdir. Hacim değişimi olmadığından sistem, ortamla iş alış verişi yapmaz; ancak enerji alış verişi yapabilir. Düdüklü tencere ve kalorimetre kabı örnek verilebilir.

İzobarik (Basınç Sabit) Sistem: Basıncı sabit tutulan sistemlerdir. Doğada gerçekleşen fiziksel ve kimyasal olayların çoğu, atmosfer basıncı altında oluştuğu için sabit basınçlı sistemlere örnek verilebilir. Örneğin, sürtünmesiz hareketli pistonla kapatılmış bir kapta gerçekleşen kimyasal bir tepkime izobarik sistemdir. Bu tür sistemler, ortamla hem iş hem de enerji alış verişi yapar.

Termodinamikte; evren, sistem ve çevre olarak ikiye ayrılır. Açık bir sistem çevre ile hem enerji hem de madde alış verişi yapabilir, kapalı sistem çevresi ile sadece enerji alış verişi yapabilir ve izole sistem çevresiyle hem madde hem de enerji alış verişi yapamaz.

3. İÇ ENERJİ

Bir sistemin (kinetik ve potansiyel) enerjilerinin toplamıdır. Moleküllerin öteleme kinetik enerjilerini, moleküllerin dönme ve titreşim enerjilerini, bağlarda depo edilmiş kimyasal enerjiyi, moleküller arası etkileşim enerjilerini ve atomlardaki elektronlara bağlı enerjiyi içine alır.

Bir sistem enerjiyi yalnız iç enerji olarak içerir. Isı veya iş şeklinde içermez. Isı ve iş, sistemin çevre ile enerji değişimlerindeki bir araçtır.

İç enerji **U** ile gösterilir.

Isı **q** ile gösterilir.

İş ise **w** ile gösterilir.

Isı ve iş sadece sistemdeki bir değişiklik durumunda vardır.

4. ENERJİ VE İŞ

Enerji, iş yapabilme kapasitesi olarak tanımlanmıştı. Eğer bir sistem; sıkıca sarılmış bir yay, tam olarak şarj edilmiş bir batarya veya çok sıcak bir buhar türbini gibi çok fazla enerjiye sahip ise, çok fazla iş yapabilir. Eğer bir sistem; iyi sarılmamış bir yay, az şarj edilmiş bir batarya veya soğuk su gibi çok az enerjiye sahip ise, az iş yapabilir.

Isı, sistemle çevresi arasındaki sıcaklık farkından doğan bir enerji akışıdır. Daha sıcak olandan soğuk olana doğru akar. Isı ve sıcaklık aynı şey değildir. Hiçbir zaman bir sistemin toplam ısısından bahsedilemez ve mutlak ısı ölçülemez ancak alınıp verilen ısı miktarı ölçülür. Isı enerjisinin birimi **kalori** dir.

Sıcaklık, bir sistemdeki atom ve moleküllerin hareketiyle ilgili bir iç özelliktir. Maddelere ısı enerjisi verilince taneciklerin hareketleri artacağından sıcaklık yükselir, ısı kaybedince sıcaklık düşer. Hava sıcaklığı ölçülebilir, fakat hava ısısı ölçülemez.

5. TERMODİNAMİĞİN BİRİNCİ KANUNU

Termodinamik, enerjinin bilimi olarak tanımlanmaktadır. **Termodinamik,** değişik enerji (ısı, kinetik, potansiyel, elektrik gibi) çeşitleri arasındaki ilişkileri ve maddelerin uğradıkları fiziksel ve kimyasal değişiklikleri açıklayan bilim dalıdır. Termodinamik bize deneylerden kazanılan bilgileri kullanarak başka deneyler yapmadan aynı sistemin değişik özelliklerini anlama imkanı sağlamaktadır. Termodinamik yardımı ile bir tepkimenin kendiliğinden olup olmayacağı, tepkimenin ne kadar ilerleyeceği, tepkime sırasında açığa çıkacak veya absorblanacak enerji miktarları bulunabilir. Termodinamik kanunları, tarih boyunca tersi gözlenmediği için doğru oldukları kabul edilen kanunlardır.

Termodinamiğin birinci kanunu enerjinin korunumu kanunudur. Enerji yoktan var edilemez veya var olan enerji yok edilemez. Buna karşılık bir formdan diğer bir forma dönüştürülebilir veya bir yerden diğerine transfer edilebilir. **Termodinamiğin birinci kanununa göre,** yalıtılmış bir sistemin iç enerjisi sabittir. Herhangi bir sistem için iç enerjinin gerçek değeri bilinemez ve hesaplanamaz, ancak iç enerji değişimleri ölçülebilir.

Bir sistemin hali; sıcaklık, basınç ve bileşim gibi özelliklerin değerleri belirtilerek tanımlanabilir. İç enerji bir hal fonksiyonudur. Yola bağlı olmayıp sistemin ilk ve son haline bağlıdır.

$\Delta U = U_{son} - U_{ilk}$

ΔU'nun pozitif olması sistemin son halinin iç enerjisinin ilk halindekinden daha fazla olduğu anlamına gelir. ΔU negatif ise tersi geçerlidir. Başlangıç halinin ilk enerjisi U; olan sistem çevreden q ısı absorblarsa sistemin iç enerjisi; $U_i + q$ olur. Eğer bu sistem, iç enerjisinin bir kısmı çevreye karşı iş yaparak kullanırsa sistemin son halinin iç enerjisi,

$U_S = U_i + q - w$ olur.

$U_S - U_i = q - w$ elde edilir.

$\Delta U = q - w$

q pozitif ise sistem çevreden ısı almıştır. q negatif ise sistem çevreye ısı vermiştir. w negatif ise sistem tarafından iş yapılmıştır. w pozitif ise sisteme karşı iş yapılmıştır.

Sistem hem ısı almış hem de çevre sistem üzerine iş yapmış ise sistemin iç enerjisindeki değişme;

$\Delta U = q + w$ olur.

Bu durumda sistemin enerjisi hem ısı, hemde iş olarak artmıştır.

Basınç sabit tutulursa V_A'dan V_B'ye genişleme sırasında yapılan iş,

$w = -P\Delta V$ olur.

$\Delta U = q_P - P\Delta V$

Sabit hacimde basınç, hacim iş yapılmadığından dolayı w = 0 olur.

$\Delta U = q_V - w$

$\Delta U = q_V$ olur.

q_V terimi sabit hacimde sistem tarafından soğurulan ısı miktarını gösterir.

Sabit basınçta yapılan iş PΔV olduğuna göre,

$\Delta U = q_P - P\Delta V$ dir.

$q_P = \Delta U + P\Delta V$ dir.

q_P terimi sabit basınçta sistem tarafından soğurulan ısıyı göstermektedir.

Basınç sabit ise; $q_P = \Delta U + P\Delta V$

Hacim sabit ise : $q_V = \Delta U$ olur

$q_P \neq q_V$ dir.

Bir termodinamik fonksiyon olan entalpi;

$H = U + PV$ eşitliği ile tanımlanır. Sabit basınçta entalpi değişimi

$\Delta H = \Delta U + P\Delta V$ dir.

Bundan dolayı,

$q_P = \Delta H$ olur.

Bu eşitlikten de anlaşılacağı gibi sabit basınçta bir sistemin dışarıya verdiği veya dışarıdan aldığı ısı, entalpi değişimine eşittir.

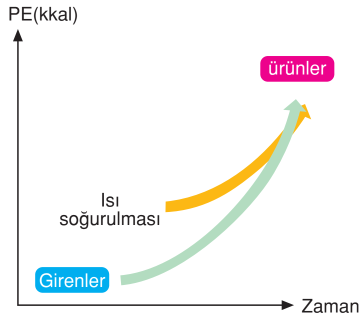
Sabit basınçta sistem çevreden ısı alırsa sistemin entalpisi artar, sistemden çevreye ısı verilirse sistemin entalpisi azalır.

6. KİMYASAL TEPKİMELERDE ENERJİ DEĞİŞİMİ

Kimyasal tepkimelere enerji değişimi eşlik eder. Kimyasal tepkimelerde enerji değişimi ekzotermik ve endotermik olabilir.

Ekzotermik tepkimeler ısı salar, **endotermik tepkimeler** ısı absorblar.

Endotermik tepkimelerde ürünlerin enerjilerinin toplamı, girenlerin enerjilerinin toplamından yüksektir. Bundan dolayı endotermik tepkimelerde enerji yukarı doğru gider.

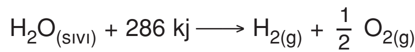


Sistem çevreden ısı alır. Eneri bakımından düşük sıcaklıkta girenler ürünlerden daha kararlıdır. Endotermik tepkimelerde ısı alındığı için, alınan ısı girenler tarafına yazılır.



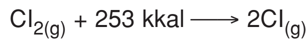
$$\frac{3}{2} O_{2(g)} + \text{ısı} \longrightarrow O_{3(g)}$$

- Bileşiklerin elementlerine ayrışması genellikle endotermiktir. Bu durum bileşiklerin daha basit bileşiklere ayrışması için de geçerlidir.



$$H_2O_{(sıvı)} + 286\text{ kj} \longrightarrow H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)}$$

- Bağların kırılması endotermiktir. İki atomlu bir molekülde, iki atomu bir arada tutan bağın koparılması için enerji gerekir.



$$Cl_{2(g)} + 253\text{ kkal} \longrightarrow 2Cl_{(g)}$$

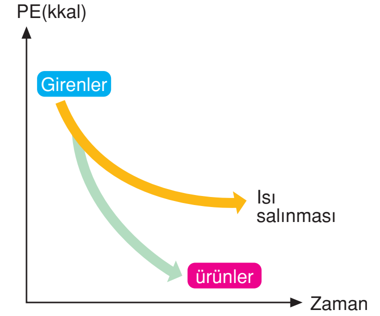
- Bir türün (atom, molekül veya iyon) elektron vermesi endotermiktir.
- Elektroliz işlemi endotermiktir.

Fiziksel olayların bir çoğuna enerji değişimi eşlik eder. Aşağıda verilen fiziksel olaylar endotermik değişimlere örnek verilebilir.

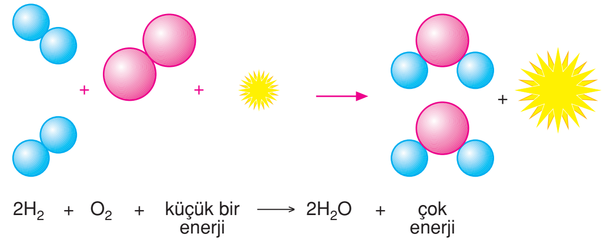
- Erime
- Buharlaşma
- Kaynama
- Süblimleşme
- Çözünme olayı çözücü ve çözünenin cinsine bağlı olarak endotermik veya ekzotermik olabilir. Genellikle katıların sıvı maddeler içerisinde çözünmesi endotermik olaylara örnek verilebilir.

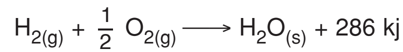
Ekzotermik tepkimelerde girenlerin enerjilerinin toplamı ürünlerin enerjilerinin toplamından yüksektir.

Sistem çevreye ısı verir. Ekzotermik tepkimelerde ısı verildiği için, verilen ısı ürünler tarafına yazılır.



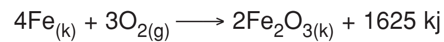
- Yanma tepkimeleri ekzotermiktir. Hidrojen gazı ve oksijen gazının suyu oluşturması ekzotermik tepkimelerin bir örneğidir.





$$H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(s)} + 286\text{ kj}$$

- Genellikle metallerin oksitlenmesi ekzotermiktir.



$$4Fe_{(k)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2Fe_2O_{3(k)} + 1625\text{ kj}$$

Okuma Parçası

BUHAR MAKİNESİ





16. yüzyıldan başlayarak Avrupa da nüfus hızlı arttı. Tarımdaki gelişmeler nüfus ihtiyacının azalmasına ve nüfusun kentlere göç etmesine neden oldu. Avrupa ülkelerinin sömürgecilik ve savaşlardan elde ettikleri para ve hazinenin Avrupa'ya aktarılması, sermayenin birikmesine burjuva sınıfın oluşmasına ve yeni yatırım alanları aranmaya başlanmasına neden oldu. Üstelik yaşam yükselince tüketim talebi arttı. Buna benzer nedenler oluşunca sanayi devrimi İngiltere'den başlayarak tüm Avrupayı sardı.

Sanayi Devrimi ya da Endüstri Devrimi, Avrupa'da 18. ve 19. yüzyıllarda yeni buluşların üretime uygulanması ve buhar gücüyle çalışan makinelerin makineleşmiş endüstriyi doğurması, bu gelişmelerin de Avrupa'daki sermaye birikimini arttırmasına denir.

Buhar makinesi, buharın içinde var olan ısı enerjisini, mekanik enerjiye dönüştüren bir dıştan yanmalı motordur. Buhar makineleri, lokomotifler, buhar gemileri, pompalar buharlı traktörler vb olabilir. Çalışma prensibi olarak, ısı enerjisini alan su buharlaşarak genişler ve bir odacığa alınır, odacık soğutulduğunda sıvı hale geçen buhar vakum yaratır böylece mekanizmaların hareket alması ile mekanik enerjiye yani işe dönüşür.

Buhar gücünün ilk faydalı uygulaması 1679 yılında Denis Papin'den geldi. Papin düdüklü tencere icat etmiştir. Amacı suyu daha yüksek sıcaklıkta kaynatmaktı. Yüksek ısıda kemikler yumuşuyor ve et daha çabuk pişiyordu. 1698 yılında, Thomas Savery, ilk ticari olarak satılan buhar makinesi yapmıştır. Maden ocağındaki suyu atmak amacıyla yapılmıştır. Çalışma prensibi ise buhar kazanından gelen buhar odacığı dolar. Odacığın üzerine soğuk su döküldüğünde suya dönüşen buhar vakum yaratır. Odakcıktaki su seviyesi yükselir. Vana yardımıyla oda buhar dolduğunda iş yapmış olur. Yani madenden su çekilmiş olur.

1712'de Thomas Newcomen yeni bir tür buhar makinesi geliştirdi. Bu makinenin pistonu bir zincir yardımıyla bir tür tahteravalli benzeri bir kaldıraca, kaldıraç ise tulumbaya bağlanmıştı. Piston silindirin en üst noktasında iken silindirin içine gönderilen soğuk su buharı yoğunlaştırılıyordu. Böylece atmosferik basınç pistona aşağıya doğru kuvvet uyguladığında su madenden yükseliyordu.

1764 yılında bozulan Newcomen makinelerinden birini onaran James Watt, bu makineyi geliştirerek iki odalı ve supaplı hale getirmiştir. Bu odalardan biri sürekli sıcak diğeri soğuk tutuldu. Watt 1781 yeni mekanik aksamlar ekleyerek makineyi iyice geliştirdi.

1884 yılında Charles Algenon Parsons ilk başarılı buhar türbinini yapmıştır. Bu sayede yüksek hızlı gemi yapımı kolaylaşmış ve jenaratörlerin de kullanılması kolaylaşmıştır. 1787 yılına kadar buharlı motorlar sadece su pompalarını ve tekstil makinelerini çalıştırmak için kullanılmıştır. 1787 yılında ise John Fitch ilk vapuru Delaware nehrine indirmiştir. 1809 yılında buharlı vapur okyanusa açılmıştır. Okyanusu aşan ilk gemi 1819 da İngiliz gemisi oldu. 1827 yılında gemi pervanesinin, yan çarklarından daha etkili olduğu keşfedilince gemi teknolojisi hızla gelişti. Bunu buharlı lokomotifler ve otomobiller izledi. Sanayi devriminin en önemli gelişmelerinden birisi buharlı makinenin bulunuşudur.

1. Isı yalnızca sistemin sınırlarından çevreye aktarılan veya çevreden absorblanan enerji biçimidir. Bir tepkimenin oluşturulduğu bir sistemde çevreye ısı aktarmaktadır.

Aktarılan ısı miktarı;

I. Sıcaklığın ne kadar değiştiği,
II. Maddenin miktarı,
III. Maddeyi oluşturan atomların veya moleküllerin türü.

faktörlerinden hangilerine bağlıdır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

2. **Kapalı bir sistemin iç enerjisini artırmak için;**

I. Sistemi ısıtmak,
II. Sistemin üzerinde bir iş yapmak,
III. Sistemdeki madde miktarını artırmak.

işlemlerinden hangileri uygulanabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

3.

Sistemler	Örnek Olaylar
a) Açık sistem	I. Yalıtılmış bir demlikteki sıcak kahve
b) Kapalı sistem	II. Sabit sıcakta erimekte olan bir katı
c) İzole sistem	III. Yanan bir mum
d) İzotermal sistem	IV. Potansiyel enerji
	V. Elektrik pili

Yukarıda verilen sistemler ile olaylar eşleştiriliyor. **Hangi örnek olay sistemlerle eşleştirilmede kullanılamaz?**

A) I B) II C) III D) IV E) V

ÇÖZÜM

4. I. Uzay mekiği itici roketi
II. Kapalı bir şişedeki propan gazı
III. Bir kalorimetre bombasındaki benzenin yanması

Yukarıda verilen sistemlerden hangileri kapalı sisteme örnek verilebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

5. I. Bir otomobil motorunda yanan benzin,

II. Canlı bir bitki,

III. Bir termometredeki cıva

Yukarıda verilen sistemler için aşağıdakilerden hangisi doğru olur?

	Açık Sistem	Kapalı Sistem	İzole sistem
A)	I	II	III
B)	I	III	II
C)	I, II	II	–
D)	III	II	I
E)	I, II	III	–

ÇÖZÜM

6. I. Tepkime kabı
II. Laboratuvar
III. Okul binası

Okul laboratuvarında gerçekleştirilen bir tepkime için yukarıda verilenlerden hangileri tepkimenin oluştuğu bir sistemin çevresini oluşturur?

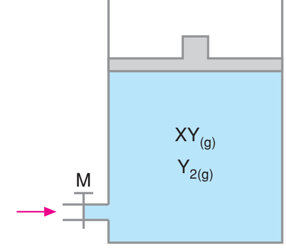
A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

7. Yanda verilen tepkime kabı hareketli ve sürtünmesiz bir piston ile kapatılmıştır.

Bu sistemin enerjisini artırmak için;



I. Sisteme XY ve Y_2 gazları ilave etmek,
II. Sistemi ısıtmak,
III. Sisteme karşı iş yapmak

işlemlerinden hangileri yapılırsa doğru olur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

8. I. Kapalı bir kapta bulunan gazların molekülleri hızlı hareket etmektedir.

II. Bir metal parçasının yapısındaki atomlar birbirine çok yakındır.

III. İyi sarılmamış bir yay

Yukarıda verilen sistemlerden hangilerinin iç enerjileri yüksektir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

9.



Gevşek yay



Şıkıştırılmış yay

Bir yay sıkıştırıldığında;

I. Atomlar sıkıştırılmış olur.
II. Potansiyel enerji azalır.
III. Sistemin iç enerjisi artar.

yargılarından hangileri doğru olur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

ÇÖZÜM

10. Bir sisteme karşı 25 kj lük iş yapılıyor. Aynı sisteme dışarıdan 40 kj'lük ısı sağlanıyor.

Buna göre, **sistemin iç enerjisindeki değişim için hangi doğru olur?**

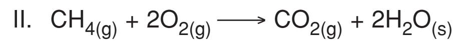
A) +65 kj B) +40 kj C) +25 kj
D) –15 kj E) –65 kj

ÇÖZÜM

11. Bir sistem 495 kj'lük iş yaparken ısı olarak 255 kj enerji kazanıyor.
Sistemin iç enerji değişimi ne kadardır?

A) –75 kj B) –240 kj C) +240 kj
D) +495 kj E) +750 kj

ÇÖZÜM

12. I. Suyun buharlaşması
II.  $CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(s)}$
III. Naftalinin süblimleşmesi

Yukarıda verilen olaylardan hangileri endotermiktir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

ÇÖZÜM

13. I. Kar tanelerinin oluşması
II. Bir katının suda çözünmesi
III. Bir maddenin yanması

Yukarıda verilen olaylardan hangileri kesinlikle ekzotermiktir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

ÇÖZÜM

14. Aşağıda verilen süreçlerden hangisi endotermiktir?

A) $NH_{3(g)} \longrightarrow NH_{3(s)}$
B) $NaCl_{(k)} \longrightarrow NaCl_{(s)}$
C) $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$
D) $Br_{2(s)} \longrightarrow Br_{2(k)}$
E) $C_5H_{12(g)} + 8O_{2(g)} \longrightarrow 5CO_{2(g)} + 6H_2O_{(s)}$

ÇÖZÜM

15. I. Bir otomobil motorunda yanan benzin
II. Bir termometredeki cıva
III. Canlı bir bitki
IV. Bir kalorimetre bombasındaki benzinin yanması

Yukarıda verilen sistemlerden hangileri açık sistemdir?

A) I ve II B) II ve IV C) I ve III
D) II, III ve IV E) I, III ve IV

ÇÖZÜM

1. Bir sisteme 85 kj'lük ısı sağlanıyor ve aynı zamanda sisteme karşı 28 kj lük iş yapılıyor.

   Sistemin toplam iç enerjisi değişimi ne kadardır?

2. Bir sisteme karşı 35 kj lük iş yapılırken sistemden dışarıya 88 kj'lük ısı akıyor.

   Buna göre, sistemin iç enerjisindeki değişme nedir?

3. I. İç enerji bir hal özelliğidir.
   II. İç enerji tüm taneciklerin kinetik enerjileri ile, taneciklerin birbiriyle etkileşimlerinden doğan potansiyel enerjilerin toplamıdır.
   III. ΔU'nun pozitif olması sistemin son halinin iç enerjisinin ilk halinkinden daha büyük olduğu anlamına gelir.

   Bir sistemin iç enerjisi ile ilgili yukarıda verilenlerden hangileri doğru olur?

4. Belli bir sistem 735 kj'lük iş yaparken ısı olarak 370 kj'lük enerji kazanıyor. **İç enerji değişimi ne kadardır?**

5. **Kapalı bir sistemin iç enerjisini artırmak için;**
   I. Sistemi ısıtmak,
   II. Sistem üzerinde bir iş yapmak,
   III. Sistemin sıcaklığını düşürmek

   işlemlerinden hangisinin yapılması doğru olur?

6. I. İzole bir sistemin iç enerjisi sabittir.
   II. Enerji yoktan var edilemez veya var olan enerji yok edilemez.
   III. Enerji bir formdan diğer bir forma dönüştürülebilir.

   Termodinamiğin birinci kanunu için yukarıdakilerden hangileri doğrudur?

7. I. İnsan vücudu
II. Otomobil motoru
III. Buz torbası

Yukarıda verilen sistemlerden hangileri açık bir sisteme örnek verilebilir?

8. I. Elektrik pilleri
II. Termoslar
III. Yanan bir propan ocağı

Yukarıda verilen sistemlerden hangileri kapalı bir sisteme örnek verilebilir?

9. I. Demirin paslanması
II. Mumun erimesi
III. Katı naftalinin gaz haline geçmesi

Yukarıda verilen olaylardan hangileri endotermiktir?

10. I. Kolonyanın buharlaşması
II. Bal mumunun erimesi
III. Sönmemiş kirecin suda çözünmesi
IV. Yağmurun oluşması

Yukarıda verilen olaylardan hangileri ekzotermiktir?

11. I. İyi sarılmamış bir yay
II. Boşalmış bir batarya
III. Soğuk su

Yukarıda verilen sistemlerden hangilerinin iş yapabilme kapasiteleri düşüktür?

12. I. Sisteme madde ilave etmek
II. Sistemin üzerine iş yapmak
III. Sistemi ısıtmak

Kapalı bir sistemin iç enerjisini artırmak için yukarıdakilerden hangileri yapılabilir?

SİSTEMLERDE ENTALPİ DEĞİŞİMİ

1. ENTALPİ
2. KİMYASAL TEPKİMELERDE ENTALPİ DEĞİŞİMİNİN HESAPLANMASI
   a) MOLAR OLUŞUM ENTALPİSİ VE ENTALPİ DEĞİŞİMİ
   b) HESS KANUNU
   c) KALORİMETRE KABI VE ENTALPİ DEĞİŞİMİ
   d) BAĞ ENERJİSİ VE ENTALPİ DEĞİŞİMİ

Kimyasal ve fiziksel olaylara **termodinamik yasaları** başarıyla uygulanabilmektedir. Termodinamiğin birinci yasası enerjinin korunumu yasası temeline dayanır.

Termodinamiğin ikinci yasası istemli olaylarla ilgilidir. Bir tepkimenin istemliliği entropi ile belirlenir. İkinci yasa önemli bir olayda evrenin entropi değişiminin pozitif olması gerektiğini ifade eder.

Üçüncü yasa mutlak entropilerin belirlenmesini sağlar.

2. BÖLÜM

SİSTEMLERDE ENTALPİ DEĞİŞİMİ

1. ENTALPİ

Bir kimyasal tepkimede enerji değişimi incelenirken sabit hacim şartı uygun koşul değildir. Tepkimelerin çoğu sabit basınçta gerçekleştirilir. Böyle bir tepkime de mol sayısı artarsa, sistem çevreye iş yapar ve gaz atmosfere girdiğinde çevredeki havayı iter.

Tepkimede mol sayısı azalırsa, çevre tarafından iş yapılır. Tepkimede giren ve çıkan gazların mol sayılarında net bir değişim yoksa iş yapılmaz.

Genel olarak sabit basınç koşulunda;

$$\Delta U = q - w$$
$$= q_P - w$$
$$q_P = \Delta U + w \text{ olur.}$$

q_P deki "p" sabit basınç koşulunu ifade etmektedir. Buna göre,

Entalpi; sabit basınç koşulunda sistemin iç enerjisine entalpi denir.

- Entalpi H ile gösterilir.
- Entalpi bir hal özelliğidir.
- Entalpi, sistemin o anki haline (örneğin sistemin sıcaklığına) bağlıdır.
- Sistemin hangi yoldan son haline ulaştığına bağlı değildir.
- 1 atm basınç, 25°C sıcaklık koşuluna standart koşullar denir. Bir sistemin standart koşullardaki entalpisi H° ile gösterilir.
- Bir sistemin entalpisi ölçülemez. Fakat entalpi değişimi ölçülebilir.
- Entalpi değişimi ΔH ile gösterilir.
- Standart koşullardaki entalpi değişimi ΔH° ile gösterilir.
- Bir hal fonksiyonu olan entalpinin değişimi;

$$\Delta H° = H°_{son} - H°_{ilk}$$

şeklinde olur.

- Ekzotermik bir tepkimenin son halinin enerjisi ilk halinin enerjisinden daha düşük olacağından, ekzotermik tepkimeler için entalpi değişimi;

$\Delta H < 0$ olur.

Örneğin, kömürün yanması ile oluşan entalpi değişimi negatiftir.

- Endotermik bir tepkimenin son halinin enerjisi ilk halinin enerjisinden daha büyük olacağından, endotermik tepkimeler için entalpi değişimi;

$\Delta H > 0$ olur.

Örneğin, sodyum tuzlarının suda çözünmesinde entalpi değişimi pozitiftir.

Tepkimenin veya olayın türüne göre entalpi değişimi değişik isimlerle ifade edilir.

a) Bir maddenin bir molünün buhar ve sıvı halleri arasındaki entalpi farkına **buharlaşma entalpisi** denir. ΔH_b ile gösterilebilir.

Su için ΔH_b = + 40,7 kj/mol dür.

b) Bir maddenin bir molünün sıvı ve buhar halleri arasındaki entalpi farkına **yoğunlaşma entalpisi** denir.

ΔH_y ile gösterilebilir.

Su buharı için yoğunlaşma entalpisi – 40,7 kj/mol dür.

c) Bir maddenin bir molünün sıvı ve katı halleri arasındaki entalpi farkına **erime entalpisi** denir.

ΔH_e ile gösterilebilir.

d) Bir maddenin bir molünün katı ve sıvı halleri arasındaki entalpi farkına **donma entalpisi** denir.

ΔH_d ile gösterilebilir.

Su için donma entalpisi ΔH_d = – 6,01 kj/mol dür.

e) Bir mol katı maddenin süblimleşirken entalpi değişimine **süblimleşme entalpisi** denir.

$\Delta H_{sübl}$ ile gösterilebilir.

Sodyum metalin süblimleşme entalpisi $\Delta H_{sübl}$ = +101 kj/mol dür.

f) Bir maddenin standart hali 1 atm basınç altında ve 25°C da kararlı olduğu haldir. ΔH° simgesi standart entalpi değişimini göstermek için kullanılır ve sadece standart haldeki maddelerin yer aldığı tepkimelere uygulanır.

Standart halde 1 mol bileşiğin standart haldeki elementlerinden oluşumuna ait entalpi değişimine **standart oluşum entalpisi** denir.

Elementlerin standart oluşum entalpileri sıfır kabul edilir.

$N_{2(g)}$, $Cl_{2(g)}$, $Fe_{(k)}$, $O_{2(g)}$ gibi maddelerin standart oluşum entalpileri sıfırdır.

$Cl_{(g)}$, $Fe_{(s)}$, $H^+_{(g)}$ gibi maddelerin standart oluşum entalpileri sıfır değildir.

Standart Oluşum Entalpileri

Madde	$\Delta H°_{ol}$ (kj/mol)
$AgCl_{(k)}$	–127,04
$Al_2O_{3(k)}$	–1669,9
$HBr_{(g)}$	–36,2
$CO_{(g)}$	–110,5
$CO_{2(g)}$	–393,5
$CaO_{(g)}$	–635,6
$CaCO_{3(k)}$	–1206,9
$HCl_{(g)}$	–92,3
$CuO_{(k)}$	–155,2
$HF_{(g)}$	–268,61
$H_2O_{(g)}$	–241,8
$H_2O_{(s)}$	–285,8
$H_2O_{2(s)}$	–187,6
$HI_{(g)}$	+25,94
$MgO_{(k)}$	–601,8
$MgCO_{3(k)}$	–1112,9
$NH_{3(g)}$	–46,3
$NO_{(g)}$	+90,25
$NO_{2(g)}$	+33,18
$N_2O_{4(g)}$	+9,16
$N_2O_{(g)}$	+81,56
$SO_{2(g)}$	-296,1
$O_{3(g)}$	+142,2
$SO_{3(g)}$	-395,2
$H_2S_{(g)}$	–20,15
$ZnS_{(k)}$	-347,98
$C_6H_{6(s)}$	+49
$C_2H_5OH_{(s)}$	–277,69
$C_2H_{2(g)}$	+226,73
$C_6H_{12}O_{6(k)}$	-1268
$CH_{4(g)}$	-74,81

Herhangi bir tepkimenin standart entalpisini elde etmek için standart oluşum entalpilerinden yararlanılır.

g) Bir mol maddenin standart koşullarda oksijenle tam olarak yakılmasında oluşan entalpi değişimine **standart yanma entalpisi** denir. Organik bir bileşik yakıldığında; karbon, karbondioksite; hidrojen suya dönüşürken azot, N_2 halinde ayrılır. Bazen azot oksitleri oluşabilir.

Bir yakıtın gram başına yanma entalpisine, bir yakıtın ısı değeri denir ve **spesifik entalpisi** olarak adlandırılır.

Sıvı bir yakıtın yakılması halinde litre başına elde edilen ısıya **entalpi yoğunluğu** denir.

2. KİMYASAL TEPKİMELERDE ENTALPİ DEĞİŞİMİNİN HESAPLANMASI

Bir tepkimedeki veya sistemdeki enerji değişimi, dolayısıyla entalpi değişimi daha önce açıklanmıştı.

$$\Delta H = \Delta U + P\Delta V$$

olarak formüle edilmiştir.

Bir tepkimenin tepkenleri (girenleri) ve ürünleri standart hallerinde ise entalpi değişimine **standart entalpi değişimi** denir.

ΔH° veya $\Delta H°_{tep}$ olarak gösterilebilir. Standart entalpi değişimine tepkime ısısı veya tepkime entalpisi denilecektir. Bir tepkimenin entalpisi aşağıdaki yöntemler kullanılarak hesaplanabilir.

a) Standart oluşum entalpileri kullanılarak tepkimenin standart entalpi değişimi hesaplanabilir.

b) Hess kanunu kullanılarak tepkimenin standart entalpi değişimi hesaplanabilir.

c) Bağ enerjileri kullanılarak tepkimenin standart entalpi değişimi hesaplanabilir.

d) Kalorimetre kabı kullanılarak tepkimenin standart entalpi değişimi hesaplanabilir.

a) MOLAR OLUŞUM ENTALPİSİ VE ENTALPİ DEĞİŞİMİ

Standart Molar Oluşum Entalpilerinden tepkime ısısı (tepkime entalpisi) nın hesaplanması

Tepkimelerin entalpi değişimi, tepkime entalpisi, ΔH_{tep} olarak sembolize edilebilir ve bu, ürünlerin entalpileri ile girenlerin entalpileri arasındaki fark olarak tanımlanır.

$\Delta H_{tep} + \Delta H_{ürünler} - \Delta H_{girenler}$ standart koşullar olunca,

$\Delta H°_{tep} = \Delta H°_{ürünler} - \Delta H°_{girenler}$ şeklinde yazılabilir. Σ (sigma) işaretinin anlamı "toplam" dır. Yukarıdaki eşitlik,

$\Delta H°_{tep} = \Sigma\Delta H°_{ol(ürünler)} - \Sigma\Delta H°_{ol(girenler)}$ şeklinde formüle edilebilir. Bir tepkimenin standart entalpi değişiminin hesaplanmasında bu formül (eşitlik) kullanılabilir.

$2NH_{3(g)} + 3Cl_{2(g)} \longrightarrow N_{2(g)} + 6HCl_{(g)}$ tepkimesinin entalpi değişimi, oluşum entalpileri kullanılarak hesaplanabilir.

$NH_{3(g)}$ için $\Delta H° = -46{,}19$ kj/mol
$HCl_{(g)}$ için $\Delta H° = -92{,}30$ kj/mol

olduğuna göre;

$\Delta H° = \Sigma\Delta H°_{ol(ürünler)} - \Sigma\,\Delta H°_{ol(girenler)}$

$\Delta H° = [\Delta H°(N_2) + 6\Delta H°(HCl)] - [2\Delta H°(NH_3) + 3\Delta H°(Cl_2)]$ olur.

$\Delta H° = [0 + 6\,(-92, 30)] - [2(-46{,}19) + 0]$
$\Delta H°_{tep} = -553{,}80 + 92{,}38$
$\Delta H°_{tep} = -461{,}42$ kj olur.

b) HESS KANUNU

Hess Kanunu'nun kullanılarak tepkime ısısının (entalpisinin) hesaplanması

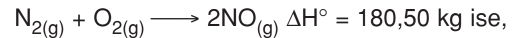
Hess kanunu, tepkime ister bir basamakta, isterse birkaç basamakta gerçekleşmiş olsun, herhangi bir kimyasal tepkimedeki entalpi değişiminin sabit olduğunu belirtir. Hess kanununun ifadesi şöyledir;

Bir işlem basamaklar ya da kademeler şeklinde yürüyorsa, toplam (net) işlemin entalpi değişimi, tek tek basamakların ya da kademelerin entalpi değişimlerinin toplamına eşittir.

Hess kanunu şöyle tanımlanabilir. Girenlerin ürünlere dönüşümündeki entalpi değişimi, tepkimenin bir basamakta veya birden fazla basamakta ceryan etmesine bağlı olmaksızın aynı değerdedir.

ΔH bir kapasite özelliğidir. Entalpi değişimi sistemdeki madde miktarı ile doğru orantılıdır.

Bir tepkimenin katsayıları bir faktörle çarpılır veya bir faktöre bölünürse ΔH° değeri de çarpılır veya bölünür.

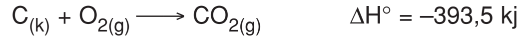

$N_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{(g)}$ $\Delta H° = 180{,}50$ kg ise,

$\frac{1}{2}\,N_{2(g)}\,\frac{1}{2}\,O_{2(g)} \longrightarrow NO_{(g)}$ $\Delta H° = \frac{180{,}50}{2}$

$= 90{,}25$ kj

Tepkime tersine döndürüldüğünde ΔH'ın işareti değişir.

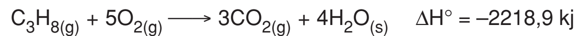
İşlem tersine döndürüldüğünde, bir hal fonksiyonu olan ΔH'ın işareti tersine döner.


$C_{(k)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$ $\Delta H° = -393{,}5$ kj

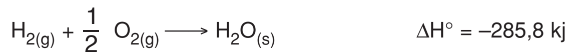

$CO_{2(g)} \longrightarrow C_{(k)} + O_{2(g)}$ $\Delta H° = +393{,}5$ kj

Hess'in tepkime ısılarının toplanabilirliği yasası

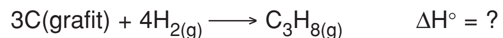
Bir tepkime basamaklar şeklinde yürüyorsa, toplam işlemin entalpi değişimi, tek tek basamakların entalpi değişimleri toplamına eşittir.


$C_3H_{8(g)} + 5O_{2(g)} \longrightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(s)}$ $\Delta H° = -2218{,}9$ kj

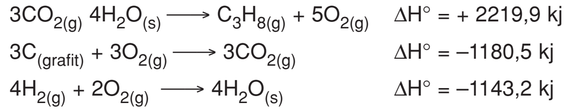

$C_{(grafit)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$ $\Delta H° = -393{,}5$ kj


$H_{2(g)} + \frac{1}{2}\,O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(s)}$ $\Delta H° = -285{,}8$ kj

olduğuna göre,


$3C(grafit) + 4H_{2(g)} \longrightarrow C_3H_{8(g)}$ $\Delta H° = ?$

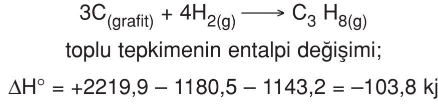
Bu işlemi yapabilmek için birinci denklem ters çevrilecek, ikinci tepkime 3 ile çarpılacak ve üçüncü tepkime 4 ile çarpılacaktır.



$3CO_{2(g)}\ 4H_2O_{(s)} \longrightarrow C_3H_{8(g)} + 5O_{2(g)}$ $\quad \Delta H° = +2219,9$ kj

$3C_{(grafit)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 3CO_{2(g)}$ $\quad \Delta H° = -1180,5$ kj

$4H_{2(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow 4H_2O_{(s)}$ $\quad \Delta H° = -1143,2$ kj



$3C_{(grafit)} + 4H_{2(g)} \longrightarrow C_3\ H_{8(g)}$

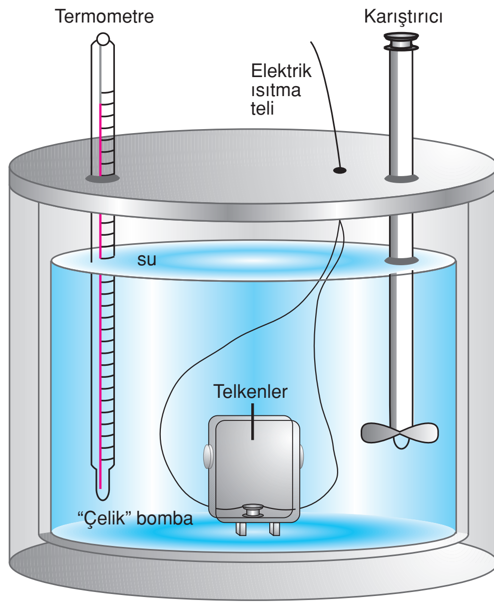
toplu tepkimenin entalpi değişimi;

$\Delta H° = +2219,9 - 1180,5 - 1143,2 = -103,8$ kj

c) KALORİMETRE KABI VE ENTALPİ DEĞİŞİMİ

Kalorimetre kabının kullanılarak tepkime ısısının hesaplanması.

Şekilde verilen kalorimetre çeşidine **kalorimetre bombası** denir ve yanma tepkimelerinde açığa çıkan ısıyı ölçmede kullanılır. İzolasyon özelliği olan dış kap içerisinde bulunanlar sistemi meydana getirirler. Bunlar bombanın kendisi, su, termometre, karıştırıcı ve diğerleridir. Kalorimetre de yanma tepkimesi gerçekleştiğinde, kimyasal enerji ısı enerjisine dönüşür ve sistemin sıcaklığı artar. Örneğin yanması ile oluşan ısı, su ve kalorimetre bombası tarafından soğurulur. Kalorimetre çevreye ısı ve kütle aktarımı olmayacak şekilde tasarlanmıştır.



Kalorimetre bombası düzeneği

Bombanın alt kısmında bulunan örneğe bir demir tel daldırılır. Bomba düzeneği yüksek basınçlı $O_{2(g)}$ ile doldurulur ve suya daldırılır. Başlangıç sıcaklığı ölçülür. Örnek, elektrik akımıyla ısıtılarak ateşlenir. Yanmadan sonra kalorimetre düzeneğinin sıcaklığı yeniden ölçülür.

Sisteme ısı giriş çıkışı olmadığında sistemin ısı değişimi sıfır olur.

$$q_{sistem} = q_{kal} + q_{tep} = 0$$

$$q_{tep} = -\,q_{kal}$$

$$q_{kal} = \text{kalorimetrenin ısı kap} \,.\, \Delta t$$

$$q_{kal} = C_{kal} \,.\, \Delta t$$

Kalorimetrenin ısı kapasitesi (C_{kal}), yanma ısı tam olarak bilinen bir madde yakılarak bulunur, yani kalibre edilir.

ÖRNEK

Bir kalorimetre kabının ısı kapasitesi 1,3 kkal/°C dir. Bu kapta 2 gram N_2H_4 yakılınca sistemin sıcaklığı 5°C'den 12°C'ye yükseliyor. **N_2H_4 bileşiğinin molar yanma ısısı kaç kkal'dir?**

(N = 14, H = 1)

A) 45,5 B) –45,5 C) 145,6
D) –145,6 E) –130,6

ÇÖZÜM

d) BAĞ ENERJİLERİ VE ENTALPİ DEĞİŞİMİ

Tepkimenin entalpi değişimi, bağ enerjileri kullanılarak hesaplanabilir.

İki atomu bir arada tutan bağın koparılması için gerekli olan enerjiye **bağ ayrışma enerjisi** ya da kısaca **bağ enerjisi** denir. Atomlardan moleküllerin oluşması sırasında enerji açığa çıkar, bağ koparmak için aynı miktar enerjiyi moleküle vermek gerekir.

Bağ Enerjileri

Bağ	Bağ Enerjisi (kj/mol)
H – H	436
H – C	414
H – N	389
H – O	464
H – S	368
H – F	565
H – Cl	431
H – Br	364
H – I	297
C – C	347
C = C	611
C ≡ C	837
C – N	305
C = N	615
C ≡ N	891
C – O	360
C = O	736
C – Cl	339
N – N	163
N = N	418
N ≡ N	946
N – O	222
N = O	590
O – O	142
O = O	498
F – F	159
Cl – Cl	243
Br – Br	193
I – I	151

Bir tepkimede, önce tepkimeye giren moleküllerin bağları kopmakta ve gaz halindeki atomlar oluşturmaktadır. Bu basamakta, bağ enerjilerine BE dersek; entalpi değişimi,

$\Delta H_{(\text{bağ ayrışması})} = \Sigma \, BE_{(\text{girenler})}$ olur.

Daha sonra, gaz halindeki atomlar ürün moleküllerini oluşturacak şekilde bir araya gelmektedir. Bu basamakta bağlar oluşmakta olup entalpi değişimi,

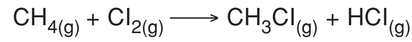
$\Delta H_{(\text{bağ oluşumu})} = \Sigma \, BE_{(\text{ürünler})}$ olur.

Tepkimenin entalpi değişimi;

$\Delta H_{tep} = \Delta H_{(\text{bağ ayrışması})} - \Delta H_{(\text{bağ oluşumu})}$

$\Delta H_{tep} = \Sigma BE_{(\text{girenler})} - \Sigma BE_{(\text{ürünler})}$

ÖRNEK



$CH_{4(g)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow CH_3Cl_{(g)} + HCl_{(g)}$

tepkimesinin entalpi değişimi nedir?

(C – H : 414 kj, Cl – Cl : 243 kj, C – Cl : 339 kj, H – Cl:431 kj)

A) –431 B) –339 C) –113 D) +243 E) +414

ÇÖZÜM

1. $X_{2(g)} + 3Y_{2(g)} \longrightarrow 2XY_{3(g)}$

tepkimesinde 2,8 gram X_2 harcandığında 2200 kal ısı açığa çıkmaktadır.

Buna göre, tepkimenin entalpisi kaç kkal'dir?
(X = 14)

A) –22 B) –11 C) +5, 5 D) +11 E)+22

ÇÖZÜM

2. Bazı bileşiklerin molar oluşma ısıları aşağıdaki gibidir.

$CH_3OH_{(g)}$ $\Delta H° = –48,3$ kkal

$CO_{2(g)}$ $\Delta H° = –94,0$ kkal

$H_2O_{(g)}$ $\Delta H° = –57,8$ kkal

Buna göre $CH_3OH_{(g)}$'ın molar yanma ısısı kaç kkaldır?

A) –357,4 B) –161,3 C) –26,3
D) +151,3 E) +161,3

ÇÖZÜM

3. $CO_{2(g)}$ ve $H_2O_{(s)}$'nin standart molar oluşma ısıları sırasıyla –94,0 ve –68,3 kkal dir. 23 gram etil alkol (C_2H_5OH) yandığında 160 kkal ısı açığa çıkıyor.

Buna göre, etil alkolün standart molar oluşma ısısı kaç kkal dir?

A) +72,9 B) +32,0 C)–68,3
D)–72,9 E) –320

ÇÖZÜM

4. Karbon ve hidrojenden oluşan bir bileşiğin m gramı yakıldığında 132 gram CO_2 gazı ve 27 gram su oluşurken 390 kkal ısı açığa çıkıyor.

Bileşiğin molar yanma ısısı 780 kkal olduğuna göre, bileşiğin molekül formülü aşağıdakilerden hangisidir?

(H = 1, C = 12, O = 16)

A) C_2H_2 B) C_3H_6 C) C_2H_4

D) C_6H_6 E) C_6H_8

ÇÖZÜM

5.

Madde	Molar oluşma ısıları
$CO_{2(g)}$	–94,0 kkal
$H_2O_{(s)}$	–68,3 kkal

$CH_3OH_{(s)}$'nin molar yanma ısısı – 174 kkal'dir.

Buna göre, 6,4 gram CH_3OH'ın elementlerinden oluşması sırasında ısı değişimi kaç kkal dir? (H = 1, C = 12, O = 16)

A) –11,32 B) –26,4 C) –46,2

D) +11,2 E) +26,4

ÇÖZÜM

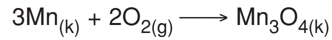
6. $Mn_{(k)} + 1/2O_{2(g)} \longrightarrow MnO_{(k)}$ $\Delta H_1 = -92$ kkal

$Mn_2O_{3(k)} \longrightarrow 2MnO_{(k)} + \frac{1}{2} O_{2(g)}$ $\Delta H_2 = +48{,}6$ kkal

$3Mn_2O_{3(k)} \longrightarrow 2Mn_3O_{4(k)} + \frac{1}{2} O_{2(g)}$ $\Delta H_3 = +25$ kkal

olduğu bilinmektedir.

Buna göre,



$3Mn_{(k)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow Mn_3O_{4(k)}$

tepkimesinin, tepkime ısısı kaç kkal'dir?

A) –336,4 B) –229,9 C) –125,6

D) +125,6 E) +361,4

ÇÖZÜM

7. $H_2S_{(g)} \longrightarrow H_{2(g)} + 1/8S_{8(k)}$ $\Delta H = +4,8$ kkal

$1/8S_{8(k)} + O_{2(g)} \longrightarrow SO_{2(g)}$ $\Delta H_2 = -71$ kkal

$2H_2O_{(g)} \longrightarrow 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$ $\Delta H_3 = +115,6$ kkal

Yukarıda verilen bilgilere göre;

$H_2S_{(g)} + 3/2O_{2(g)} \longrightarrow SO_{2(g)} + H_2O_{(g)}$

tepkimesinin, tepkime ısısı kaç kkal'dir?

A) –44,6 B) –124 C) –181,8

D) –191,4 E) –186,6

ÇÖZÜM

8. $C_{(k)} + 2H_{2(g)} \longrightarrow CH_{4(g)}$ $\Delta H_1 = -17,9$ kkal

$2H_2O_{(s)} \longrightarrow 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$ $\Delta H_2 = +136,6$ kkal

$2C_{(k)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)}$ $\Delta H_3 = -188$ kkal

olduğuna göre, 4 gram CH_4 yanınca kaç kkal ısı açığa çıkar? (C = 12, H = 1)

A) 34,75 B) 36,1 C) 53,175

D) 53,6 E) 45,05

ÇÖZÜM

9. Bir kalorimetrenin ısı sığası 200 g suyun ısı sığasına eşittir. Bu kapta 2,4 g karbon elementi,

$C_{(k)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 94$ kkal

tepkimesine göre yakılıyor. **Kalorimetrenin ilk sıcaklığı 1 °C olduğuna göre, son sıcaklığı kaç °C olur?** (C = 12, C_{su} = 1 kal/g °C)

A) 95 B) 94 C) 58 D) 48 E) 47

ÇÖZÜM

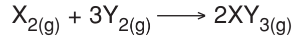
10. 500 gramlık cam kalorimetrede 1 kg su bulunmaktadır. Bu kalorimetrede 14 g KOH çözündüğünde kalorimetrenin sıcaklığı 25 °C'den 28 °C'ye çıkmaktadır.

KOH'ın molar çözünme ısısı kaç kkal'dir?
(K = 39, O = 16, H = 1, C_{su} = 1 kal/g °C, C_{cam} = 0,2 kal/g °C)

A) –3,3 B) –7,2 C) –13,2 D) 5,3 E) 14

ÇÖZÜM

11. 400 gramlık bir cam kalorimetrede 500 g su bulunmaktadır. Suyun sıcaklığı 12 °C'dir.
Bu kapta;


$X_{2(g)} + 3Y_{2(g)} \longrightarrow 2XY_{3(g)}$

tepkimesine göre 0,2 mol XY_3 oluşunca suyun sıcaklığı 22 °C oluyor. **Buna göre, XY_3'ün molar oluşma ısısı kaç kkal'dır?**
(C_{su} = 1 kal/g °C, C_{cam} = 0,2 kal/g °C)

A) +5,8 B) –5,8 C) –29 D) +29 E) –58

ÇÖZÜM

ESEN YAYINLARI

12. Bağlar — Bağ enerjileri

C – H — 99 kkal/mol

H – H — 104 kkal/mol

olduğuna göre,

$C + 2H_2 \longrightarrow CH_4$

tepkimesinin ΔH değeri kaç kkal'dir?

A) 188 B) 94 C) 5 D) –94 E) –188

ÇÖZÜM

13. Bağlar — Bağ enerjileri

N ≡ N — 225 kkal

H – H — 104 kkal

N – H — 93 kkal

olduğuna göre,

$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$

tekimesinin, tepkime ısısı (ΔH) kaç kkal'dir?

A) –15 B) +15 C) –21 D) +21 E) –10,5

ÇÖZÜM

14. Bağlar — Bağ enerjileri

I – I — 36,2 kkal

H – H — 103,4 kkal

H – I — 76 kkal

Bilgileri veriliyor. **Buna göre,**

$H_{2(g)} + I_{2(g)} \longrightarrow 2HI_{(g)}$

tepkimesinin ısısı (ΔH) kaç kkal'dır?

A) +6,2 B) –12,4 C) –13,8

D) +13,8 E) +12,4

ÇÖZÜM

ESEN YAYINLARI

15. Bağlar — Bağ enerjileri

O – H — 110 kkal

O = O — 118 kkal

H – H — 104 kkal

olduğuna göre,

$H_2 + 1/2\ O_2 \longrightarrow H_2O$

tepkimesinde 6 gram su oluşurken kaç kkal ısı açığa çıkar? (H = 1, O = 16)

A) –18 B) +18 C) –19 D) +19 E) –57

ÇÖZÜM

16. $2\ Al_{(k)} + 3/2\ O_{2(g)} \longrightarrow Al_2O_{3(k)}$
2,7 gram $Al_{(k)}$ tamamen yanınca açığa çıkan ısı 10°C'deki 2 kg suyun sıcaklığını 20°C'ye yükseltiyor.

Buna göre, $Al_2O_{3(k)}$'ün molar oluşma ısısı kaç kkal'dir? (Al = 27, C_{su} = 1 kal/g°C)

A) –200 B) –400 C) –800 D) 100 E) 360

ÇÖZÜM

17. 100 gramlık bakır kalorimetrede 200 gram su bulunmaktadır. Suyun sıcaklığı 15°C'dir.
Bu kapta 8 gram NaOH çözününce suyun sıcaklığı 25°C olarak ölçülüyor.

NaOH'in molar çözünme ısısı kaç kkal'dir?
(Na = 23, O = 16, H = 1, C_{su} = 1 kal/g°C, $C_{bakır}$ = 0,1 kal/g°C)

A) +2,1 B) 5 C) –10 D) 10,5 E) –10,5

ÇÖZÜM

19. Bir kalorimetre ve içindeki suyun sıcaklığının 1°C artması için 1,5 kkal ısı gerekmektedir. Bu kalorimetre içinde 24,5 g sıvı H_2SO_4 çözündüğünde sistemin sıcaklığı 10°C'de 13°C'ye çıkmıştır.

Buna göre, H_2SO_4 sıvısının molar çözünme ısısı kaç kkal'dir? (H = 1, S = 32, O = 16)

A) 8 B) 9 C) –9 D) –18 E) –27

ÇÖZÜM

1. $CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(s)}$ + 224 kkal

25,6 g O_2 gazı ile 4 g CH_4 gazı tepkimeye sokuluyor. **Buna göre,**

a) Hangi maddeden kaç mol artar?
(C = 12, H = 1, O = 16)

b) En fazla kaç kkal ısı açığa çıkar?

2. $S_{(k)} + O_{2(g)} \longrightarrow SO_{2(g)}$ $\Delta H = -71$ kkal

4,8 g $S_{(k)}$ ile NK'da 22,4 litre hava tepkimeye sokuluyor. **Buna göre,**

a) Hangi maddeden kaç mol artar?
(S = 32, O = 16)

b) En fazla kaç kkal ısı açığa çıkar?

c) Açığa çıkan ısı ile 5 kg suyun sıcaklığı 5 °C'den kaç °C'ye çıkarılabilir?

3. $CS_{2(g)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2SO_{2(g)}$ + 256 kkal

8 gram CS_2 ile 9,6 gram O_2 tepkimeye sokuluyor.
Buna göre, (C = 12, O = 16, S = 32)

a) Hangi maddeden kaç gram artar?

b) Kaç kkal ısı açığa çıkar?

4. $H_2S_{(g)}$, $SO_{2(g)}$, $CO_{2(g)}$ bileşiklerinin molar oluşma ısıları bilinmektedir.

Buna göre,

I. $H_2S_{(g)} + 3/2\ O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(g)} + SO_{2(g)}$

II. $CS_{2(g)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2SO_{2(g)}$

III. $CO_{(g)} + 1/2\ O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$

tepkimelerinden hangilerinin, tepkime ısısı hesaplanamaz?

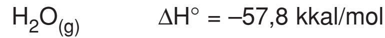
5. $H_2S_{(g)} + 3/2O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(g)} + SO_{2(g)}$ + 81 kkal

Normal koşullarda 56 litre hava ile yeterince H_2S yakıldığında kaç kkal ısı açığa çıkar?

6. Bazı bileşiklerin molar oluşma ısıları aşağıda veriliyor.


$C_2H_{2(g)}$ $\Delta H° = +54$ kkal/mol


$CO_{2(g)}$ $\Delta H° = -94$ kkal/mol


$H_2O_{(g)}$ $\Delta H° = -57,8$ kkal/mol

Buna göre, asetilen (C_2H_2) gazının molar yanma ısısı kaç kkal'dır?

7. $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_3$ $\Delta H_1 = -22$ kkal

$H_2O_{(s)} \longrightarrow H_{2(g)} + 1/2O_{2(g)}$ $\Delta H_2 = +68$ kkal

$N_{2(g)} + O_{2(g)}$ + 21 kkal $\longrightarrow 2NO_{(g)}$

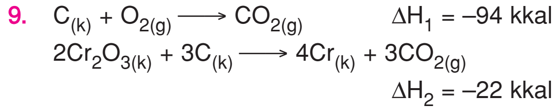
tepkimeleri veriliyor.

Buna göre,


$2NH_{3(g)} + 5/2O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{(g)} + 3H_2O_{(s)}$

tepkimesinin, tepkime ısısı (ΔH_4) kaç kkal'dir?

8. 6,4 gram CH_3OH yakılınca açığa çıkan ısı, 1 kg suyun sıcaklığını 12 °C'den 49 °C'ye çıkarıyor. $CO_{2(g)}$ ve $H_2O_{(s)}$ bileşiklerin molar oluşma ısıları –94 ve –68 kkal olduğuna göre, **CH_3OH'ın molar oluşma ısısı kaç kkal'dır?**
(C = 12, H = 1, O = 16)

9. 
$C_{(k)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$ $\Delta H_1 = -94$ kkal
$2Cr_2O_{3(k)} + 3C_{(k)} \longrightarrow 4Cr_{(k)} + 3CO_{2(g)}$
$\Delta H_2 = -22$ kkal

Yukarıda verilen tepkimeler bilinmektedir. **Buna göre, 0,6 mol Cr elementinin Cr_2O_3 bileşiğine dönüşmesi sırasındaki ısı değişimi kaç kkal olur?**

10. C_3H_8 gazının molar yanma ısısı –580 kkal olduğu biliniyor. C_3H_8 gazının bir miktarı yakılınca 87 kkal ısı açığa çıkıyor. **Buna göre,**

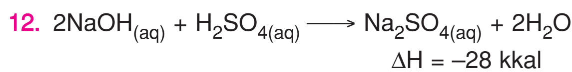
a) Bu tepkimede oluşan H_2O kaç gramdır? (H = 1, O = 16)

b) Kaç gram C_3H_8 yakılmıştır? (C = 12, H = 1)

11. CH_4 gazının molar yanma ısısı –210 kkal'dir. Bir miktar CH_4 gazı yakılınca 5,4 g H_2O oluşuyor. **Buna göre,**

a) Isı değişimi kaç kkal olur? (H = 1, O = 16)

b) Yanmada kullanılan havanın NK'daki hacmi kaç litredir?

12. 
$2NaOH_{(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + 2H_2O$
$\Delta H = -28$ kkal

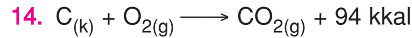
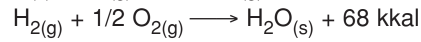
300 ml, 2M NaOH çözeltisi, 500 ml H_2SO_4 çözeltisi ile tam nötürleşiyor. **Buna göre,**

a) H_2SO_4 çözeltisinin molar derişimi kaç mol/litredir?

b) Nötürleşme sırasındaki ısı değişimi kaç kkal dır?

13. 250 gramlık cam kalorimetrede 10 °C'de 1 litre su bulunmaktadır. Bu kapta 0,96 g CH_4 gazı yakıldığında sistemin sıcaklığı 22 °C'ye çıkıyor.

CH_4 gazının molar yanma ısısı kaç kkal'dir?
(C=12, H=1, C_{cam}= 0,2 kal/g °C, C_{su}= 1 kal/g °C)

14. 
$C_{(k)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 94$ kkal

$H_{2(g)} + 1/2\ O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(s)} + 68$ kkal

Isı kapasitesi 1 kg suyun ısı kapasitesine eşit olan bir kalorimetrede 1,3 gram asetilen gazı (C_2H_2) yakıldığında açığa çıkan ısı sistemin sıcaklığını 25 °C'den 40,5 °C'ye çıkarıyor.

Buna göre, C_2H_2 gazının molar oluşma ısısı kaç kkal'dir? (C = 12, H = 1, C_{su} = 1 kal/g °C)

15. $H_2SO_{4(s)} \longrightarrow 2H^+_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$ $\Delta H = -11$ kkal

Kütlesi 500 gram olan cam kalorimetrede 1 kg su bulunuyor. **Bu kapta 49 g $H_2SO_{4(s)}$ çözündüğünde kalorimetrenin sıcaklığı nasıl değişir?**
(H = 1, S = 32, O = 16, C_{su} = 1 kal/g °C, C_{cam} = 0,2 kal/g °C)

16. Bir kalorimetre kabında 1 kg su bulunmaktadır. Kalorimetre kabında 0,6 gram C_2H_6 yakıldığında kaptaki suyun sıcaklığı 15 °C'den 21,82 °C'ye yükseliyor. **Kalorimetre kabının ısı almadığı kabul edildiğine göre C_2H_6'nın molar yanma ısısı kaç kkal'dir?** (C = 12, H = 1, C_{su} = 1 kal/g °C)

17. $HBr_{(g)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + Br^-_{(aq)}$ $\Delta H = -20$ kkal
Bir kalorimetre kabında 5 kg su bulunmaktadır. Suyun sıcaklığı 15°C'tir. NK'daki hacmi 11,2 litre olan HBr gazı suda çözünüyor.
Kalorimetre kabının ısı almadığı kabul edilirse, çözeltinin son sıcaklığı kaç °C olur?

18. $C_{(k)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 94$ kkal
$C_{(k)} + 1/2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{(g)} + 26$ kkal
Yukarıdaki tepkimelere göre 48 gram karbon oksijende yakıldığında 294,4 kkal ısı açığa çıkıyor.
Karbonun kütlece yüzde kaç CO şeklinde yanmıştır? (C = 12)

19. $2C_{(k)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow C_2H_{6(g)}$ $\Delta H = -20$ kkal
Tepkimesine göre, 8 kkal ısı açığa çıktığında harcanan H_2 gazının NK'daki hacmi kaç litredir?

20. $SO_{2(g)} + 1/2O_{2(g)} \longrightarrow SO_{3(g)}$ $\Delta H = -23$ kkal
$CO_{(g)} + 1/2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$ $\Delta H_2 = -67$ kkal
Yukarıdaki tepkimelere göre, 5 mol CO ve SO_2 gaz karışımı yakıldığında 269 kkal ısı açığa çıkmaktadır.
Karışımdaki CO gazı kaç gramdır?
(C = 12, O = 16)

21. $2C_2H_{2(g)} + 5O_{2(g)} \longrightarrow 4CO_{2(g)} + 2H_2O_{(s)} + 620$ kkal
Tepkimesine göre, 13 g asetilen gazı (C_2H_2) tamamen yakılıyor. **Buna göre,**
a) Oluşan CO_2 gazı NK'da kaç litredir?
(C = 12, H = 1)
b) Açığa çıkan ısı kaç kkal'dır?
c) Açığa çıkan ısı, 10 °C'deki 50 kg suyun sıcaklığını kaç °C'ye çıkarır? (C_{su} = 1 kal/g °C)

22. $2Cu_{(k)} + 1/2O_{2(g)} \longrightarrow Cu_2O_{(k)}$ $\Delta H = ?$
Tepkimesinde 1 gram oksijen gazı harcandığında 2,5 kkal ısı açığa çıkıyor. **Buna göre,**
a) Kaç gram Cu harcanmıştır? (O = 16, Cu = 64)
b) Tepkime ısısı kaç kkal'dir?

23. $X_2O_{3(k)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2X_{(k)} + 3H_2O_{(s)}$
Tepkimesinde 1 gram H_2 harcandığında 8 kkal ısı açığa çıkmaktadır. **Buna göre,**
$H_2O_{(s)}$'nin molar oluşma ısısı –68 kkal olduğuna göre, $X_2O_{3(k)}$'nin molar oluşma ısısı kaç kkal'dir?
(H = 1)

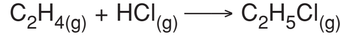
24. $CH_{4(g)}$ ve $C_2H_{2(g)}$ gazlarının molar yanma entalpileri sırasıyla –210 ve –310 kkal'dir. **Hacimce % 25'i C_2H_2 olan CH_4 ve C_2H_2 gazları karışımının 0,4 molü yakılırsa kaç kkal ısı açığa çıkar?**

25. Bağlar — Bağ enerjileri

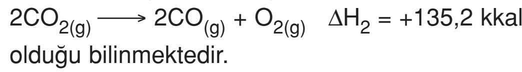
Bağlar	Bağ enerjileri
C = C	146 kkal/mol
C – C	83 kkal/mol
C – H	99 kkal/mol
H – Cl	103 kkal/mol
C – Cl	81 kkal/mol

olduğu verilmektedir.

Buna göre,


$C_2H_{4(g)} + HCl_{(g)} \longrightarrow C_2H_5Cl_{(g)}$

tepkimesinin, tepkime ısısı kaç kkal'dir?

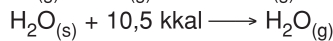
26.

$C_{(k)} + 1/2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{(g)}$ $\Delta H_1 = -26,4$ kkal
$2CO_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{(g)} + O_{2(g)}$ $\Delta H_2 = +135,2$ kkal

olduğu bilinmektedir.

3 g karbonun yanarak CO_2 gazı oluşturması sırasında açığa çıkan ısı,

a) Kaç kkal'dir? (C = 12)

b) Elde edilen ısı –28 °C'deki m gram buza verilince buzun tümü 0 °C'deki su haline geliyor. Buz kaç g dır?
(C_{buz} = 0,5 kal/g°C, L_{buz} = 80 kal/g)

27.

$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)} + 21$ kkal
$H_2O_{(s)} + 10,5$ kkal $\longrightarrow H_2O_{(g)}$

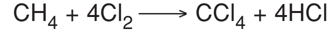
Denklemleri veriliyor.

Birinci denklemde NK'da hacmi 16,8 litre olan NH_3 gazı elde edilirken açığa çıkan ısı enerjisi ile kaç gram su gaz haline getirebilir?
(H = 1, O = 16)

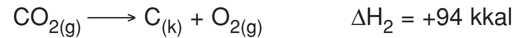
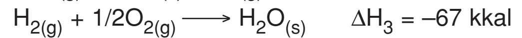
28. Bağlar — Bağ enerjileri

Bağlar	Bağ enerjileri
C – H	99 kkal/mol
C – Cl	80 kkal/mol
H – Cl	103 kkal/mol

olduğu verilmiştir.


$CH_4 + 4Cl_2 \longrightarrow CCl_4 + 4HCl$

tepkimesinin, tepkime ısısı (ΔH) –104 kkal olduğuna göre, Cl – Cl bağının bağ enerjisi kaç kkal/mol'dür?

29.
$3C_{(k)} + 2H_{2(g)} \longrightarrow C_3H_{4(g)}$ $\Delta H_1 = +24$ kkal

$CO_{2(g)} \longrightarrow C_{(k)} + O_{2(g)}$ $\Delta H_2 = +94$ kkal

$H_{2(g)} + 1/2O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(s)}$ $\Delta H_3 = -67$ kkal

olduğuna göre, **10 gram C_3H_4 gazı yakılınca elde edilen ısı enerjisi kaç kg suyun sıcaklığını 15°C'den 35°C'ye yükseltir?**
(C = 12, H = 1, C_{su} = 1 kal/g °C)

30. Bir kalorimetrenin ısı kapasitesi 1,6 kkal/°C'dir. C_2H_6 gazının molar yanma ısısı –320 kkal'dir.
Bu kalorimetre kabında 6 gram C_2H_6 yakılınca sıcaklık nasıl değişir? (C = 12, H = 1)

İSTEMLİLİK

1. MİNİMUM ENERJİ EĞİLİMİ VE İSTEMLİLİK
2. ENTROPİ
3. GİBBS SERBEST ENERJİ

★ Şelale kendiliğinden aşağıya doğru akar, yukarı doğru asla akmaz.

★ O°C'nin üstünde buz kendiliğinden erir, su donmaz.

★ Isı sıcak bir cisimden soğuk bir cisme kendiliğinden akar, fakat tersi asla kendiliğinden olmaz.

★ Su ve oksijenle teması olan demir paslanır ama pas kendiliğinden demire dönüşmez.

★ Masaya konulan bir bardak sıcak çayın zamanla soğuduğu gözlemlenir tersi gözlemlenemez.

3. BÖLÜM

İSTEMLİLİK

1. MİNİMUM ENERJİ EĞİLİMİ VE İSTEMLİLİK

İstemli bir değişme bir dış etki ile zorlama olmaksızın meydana gelme eğilimine sahiptir. İstemli değişmenin hızlı olması gerekmez.

Termodinamik çalışmaların bir amacıda, tanımlanan koşullarda girenlerin bir tepkime verip vermeyeceğini anlamaktır. Bir kimyasal tepkimenin olabilirliğinin önceden tahmin edilebilmesi, laboratuarda herhangi bir bileşiğin sentezlenip sentezlenmeyeceğini, endüstriyel ölçekte üretilip üretilmeyeceğini anlamak açısından önemlidir. Belirli koşullarda kendiliğinden meydana gelen tepkime, **istemli bir tepkime** olarak adlandırılır. Bir tepkime, belirli koşullarda kendiliğinden yürümüyorsa **istemsiz bir tepkime** dir. Bahse konu olan her zaman kimyasal tepkime olmayabilir. Herhangi bir olay için de geçerlidir.

- Sıcak bir metal parçası ısı vererek çevresindeki sıcaklık değerine kadar soğuma eğilimindedir.
- Bir metal parçasının ısı alarak çevresinden daha sıcak olma eğilimi gözlenmemiştir. Böyle istemsiz bir değişme zorlanarak gerçekleştirilebilir.
- Bir gazın boşluğa genleşmesi istemli bir olaydır.
- Bir gaz kabın bir köşesine sıkışma eğiliminde değildir. Pistonlu bir kapta, piston itilerek gazın sıkışması sağlanabilir.

İstemli bir olayın hızlı olması gerekmez. Hızlı olmak gibi bir koşulu yoktur. Balın ters çevrilmiş bir kavanozdan akması istemlidir, fakat düşük sıcaklıkta akma hızı yavaş olur.

- Isı sıcak bir cisimden soğuk bir cisme kendiliğinden akar, fakat tersi asla kendiliğinden olmaz.
- 0°C'nin altında saf su kendiliğinden donar ve 0°C üstünde buz kendiliğinden erir.
- Kesme şeker fincandaki çayın içerisinde kendiliğinden çözünür, çözünmüş şeker ise kendiliğinden katı maddeye dönüşmez.

O halde olaylar yüksek enerjili halden daha düşük enerjili hâle geçerken kendiliğinden oluşmalı, karşıt yönde ise bir dış etki gerektirmektedir. Bu genel sonuç termodinamiğin birinci kanununa da uymaktadır.

Ancak olayların bir çoğu bu genel kurala uymamaktadır. Suyun enerjisi, aynı sıcaklık ve kütledeki buzun enerjisinden yüksektir. Bu durumda su kendiliğinden donmalı, fakat buz kendiğinden erimemelidir. Bu bize bir olayın kendiliğinden oluşabilmesi için daha düşük enerji düzeyine düşme kuralının yetmediğini göstermektedir.

2. ENTROPİ

Bir sistemin düzensizliği veya gelişigüzelliğinin bir ölçüsü olarak tanımlanır.

Bir olayın **kendiliğinden** meydana gelmesini sağlayan iki etmen vardır. Bunlardan biri entalpi, diğeri ise entropidir. Entropi, atom, iyon ve molekül gruplarının olabildiğince düzensiz bir şekilde dağılma eğilimlerinin bir ölçüsüdür. Sistemler düzenli hale gelerek enerjilerini azaltmak (entalpinin azalması) isterken, bir taraftan da en dağınık durumda bulunmak (entropinin artması) isterler. Bir olay, bu iki etmenin bileşkesi uygunsa kendiliğinden meydana gelir.

Termodinamik bir fonksiyon olan entropi, termodinamiğin ikinci kanunun temelidir. Entropi, bir sistemin düzensizliğinin bir ölçüsüdür. Düşük entropi düzensizliğin az, yüksek entropi düzensizliğin fazla olduğu anlamına gelir. İstemli değişmenin sebebini açıklayan temel düşünce, enerji ve maddenin daha düzensiz olma eğilimidir.

Termodinamiğin ikinci kanunu, kendiliğinden oluşan (istemli) her değişime entropideki artış eşlik eder şeklinde ifade edilebilir.

★ Entropi de, iç enerji ve entalpi gibi bir hal fonksiyonudur.

★ Basıncı, sıcaklığı ve bileşimi belirli olan bir sistemin tek bir entropi değeri vardır.

★ Entropi farkı, sistemin ilk ve son haline bağlı olup iki hal arasında izlenen yola bağlı değildir.

$$\Delta S = S_{son} - S_{ilk}$$

★ Bir maddenin entropisi, maddeyi ısıtmak veya maddenin taneciklerine daha fazla hareket enerjisi verilmek suretiyle artırılabilir.

★ Bir maddenin katı hali en düşük entropili halidir. Gaz hali ise en yüksek entropili halidir. Sıvı hali bu iki halin arasında yer alır.

★ Genellikle kimyasal bir tepkime ya da fiziksel bir değişiklik çevresinden yalıtılmamış sistemlerde gerçekleştirilir. Bu gibi hallerde entropideki toplam değişim ile çevrenin entropisindeki değişimin toplamıdır.

$$\Delta S_{top} = \Delta S_{sistem} + \Delta S_{çevre}$$

★ İstemlilik yalnızca sistemin ve çevrenin entropisi birlikte alınarak bulunan toplam entropi artışı ile belirlenebilir. Toplam entropi değişimi pozitif ise işlem istemlidir. Toplam entropi değişimi negatif ise o zaman ters yöndeki işlem istemlidir.

★ Saf bir maddenin standart şartlardaki entropilerine standart entropi denir ve S° ile gösterilir.

Bir tepkime için standart entropi değişimi (ΔS°), entalpi değişimine benzer bir şekilde hesaplanır.

$$\Delta S° = \Sigma S°(ürünler) - \Sigma S°(girenler)$$

★ Bir elementin mutlak entropisi sıfır değildir. Bazı maddelerin standart entropi değerleri aşağıdaki gibidir.

Madde	25°C'deki standart entropi değerleri
$H_2O_{(s)}$	69,9 J/K. mol
$H_2O_{(g)}$	188,7 J/K.mol
$Br_{2(s)}$	152,3 J/K.mol
$Br_{2(g)}$	245,3 J/K.mol
$I_{2(k)}$	116,7 J/K.mol
$I_{2(g)}$	260,6 J/K.mol
$C_{(elmas)}$	2,4 J/K.mol
$C_{(grafit)}$	5,69 J/K.mol
$CH_{4(g)}$	186,2 J/K.mol
$C_2H_{(g)}$	229,5 J/K.mol
$He_{(g)}$	126,1 J/K.mol

Madde	25°C'deki standart entropi değerleri
$Ne_{(g)}$	146,2 J/K.mol
$NO_{(g)}$	210,6 J/K.mol
$NO_{2(g)}$	240,46 J/K.mol
$N_2O_{4(g)}$	304,3 J/K.mol
$N_2O_{(g)}$	219,99 J/K.mol
$HNO_{3(g)}$	146,4 J/K.mol
$NaCl_{(k)}$	72,38 J/K.mol
$O_{3(g)}$	237,6 J/K.mol

$$\Delta S_{toplam} = \Delta S_{sistem} + \Delta S_{çevre}$$

$$\Delta S_{toplam} = \Delta S_{evren}$$

$$\Delta S_{çevre} = -\frac{\Delta H_{sistem}}{T}$$

$$S_{toplam} = S_{sistem} - \frac{H_{sistem}}{T}$$

Sıcaklık arttıkça maddenin entropisi artar. Tersine maddenin soğutulması entropisini azaltır. Şu ana kadar, entropi moleküller düzensizliğe bağlandı. Sistemdeki atomların ve moleküllerin hareketleri ne kadar düzensiz ise, entropi o kadar fazladır. Atomik veya moleküler hareketin en az olduğu en düzenli yapı mutlak sıfırdaki tam kristaldir. Buradan yola çıkarak, bir maddenin alabileceği en küçük entropi değeri mutlak sıfırdaki kristalde bulunacak değerdir, sonucuna varılır.

Termodinamiğin üçüncü kanunu; mutlak sıfır noktasında saf ve mükemmel kristallenmiş element ya da her türden bileşiğin entropisi sıfırdır.

Sıcaklık arttıkça, hareket serbestliği ve entropi artar. Bir maddenin 0 K'nın yukarısındaki herhangi bir sıcaklıktaki entropisi her zaman sıfırdan büyüktür.

Bir maddenin entropisi; onu ısıtmak veya onun taneciklerine daha fazla hareket serbestisi vermek suretiyle artırılabilir.

ÖRNEK

I. 0°C ve 1 atm de 1 mol CO_2

II. 25°C ve 1 atm de 3 mol CO_2

III. 25°C ve 1 atm de 1 mol CO_2

Yukarıda verilen maddelerin entropileri arasındaki ilişki nedir?

A) I > II > III B) III > I > II C) III > II > I
D) II > III > I E) I > III > II

ÇÖZÜM

Gazların standart molar entropileri aynı sıcaklıkta karşılaştırılabilen katı ve sıvılarınkinden daha yüksektir. Bir maddenin entropisi; eridiği zaman, buharlaştığı zaman ve sıcaklığı yükselirken artar.

Bir katının entropisi sıcaklığı yükseldikçe artar. Katı daha düzensiz olan sıvıyı oluşturmak üzere eridiği zaman entropi ani olarak hızlı bir artış gösterir ve daha sonra kaynama noktasına kadar yine yavaş yavaş olarak artar. Entropideki ikinci daha büyük sıçrama sıvı buhar haline dönüştüğü zaman meydana gelir.

Bir kimyasal tepkimede;

$\Delta S°_t = \Sigma nS°_{(ürünler)} - \Sigma nS°_{(girenler)}$

$\Delta S°_t$ standart reaksiyon entropisidir. $\Sigma nS°_{m\ (ürünler)}$ ürünlerin toplam standart molar entropisi, $\Sigma_n S°_{m(girenler)}$ reaksiyona girenlerin standart molar entropisidir; n kimyasal tepkimedeki stokiyometrik katsayıları göstermektedir.

Bir kimyasal tepkimede gaz miktarındaki net bir artış genellikle pozitif bir tepkime entropisine yol açar. Net bir gaz tüketimi genellikle tepkime entropisinin negatif çıkmasına sebep olur.

3. GİBBS SERBEST ENERJİ

Toplam entropi değişimi değeri, sistemin entropi değişimi ve çevrenin entropi değişimlerinin toplamına eşittir.

$\Delta S_{toplam} = \Delta S_{sistem} + \Delta S_{çevre}$

çevrenin entropi değişim;

$\Delta S_{çevre} = -\frac{\Delta H}{T}$ dir.

ΔS_{toplam} denkleminde yerine yazılacak olunursa;

$\Delta S_{toplam} = \Delta S_{sistem} - \frac{\Delta H}{T}$

$T\Delta S_{toplam} = T\Delta S_{sistem} - \Delta H$

$-T\Delta S_{toplam} = \Delta H - T\Delta S$

Toplam entropi değişmesine **Gibbs Serbest Enerjisi** denir.

$\Delta G = -T\Delta S_{toplam}$ olduğu için;

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

Yukarıda verilen $\Delta G = -TAS_{toplam}$ denklemdeki eksi işareti toplam entropideki artışın serbest enerjideki azalmaya karşılık geldiğini gösterir. O halde **sabit basınç ve sabit sıcaklıkta, istemli değişimin yönü serbest enerjinin azalmasının yönüdür.**

- ★ Eğer ΔG negatif ise tepkime istemlidir.
- ★ Eğer ΔG sıfır ise sistem dengededir.
- ★ Eğer ΔG pozitif ise tepkime istemli değildir. Tepkime kendiliğinden oluşmaz. Tepkimenin tersi istemlidir.
- ★ Eğer ΔH negatif ise istemlilik tercih edilir. ΔH'ın negatif olması ΔG'nin negatif olmasına yardım eder ve sistemin istemli olduğunu gösterir.
- ★ Eğer ΔS pozitif ise düzensizlik artar, istemlilik tercih edilir. ΔS'nın pozitif olması ΔG'nin negatif olmasına katkıda bulunur.

İstemli bir tepkimeyi gösteren negatif bir ΔG değeri için en uygun hal negatif bir ΔH değeri ile birlikte pozitif bir ΔS değeridir.

$\Delta G°$ simgesi ile belirtilen standart serbest enerji değişimi, standart şartlarda standart hallerinde bulunan tepkimeye giren maddelerin, standart hallerdeki ürünlere dönüştüğü bir işlemdeki serbest enerji değişimidir. $\Delta H°$ değerinin standart oluşum entalpilerinden hesaplandığı gibi bir tepkimenin $\Delta G°$ değeride standart oluşum serbest enerjilerinden hesaplanabilir.

- ★ Bir bileşiğin standart oluşum serbest enerjisi ($\Delta G°$) bu bileşiğin bir molünün kendi elementlerinden oluşması sırasında standart serbest enerjideki değişim olarak tanımlanır.
- ★ Normal halinde bulunan bir elementin standart oluşum serbest enerjisi sıfırdır.

Madde	$\Delta H°$ kj/mol	$\Delta G°$ kj/mol
$H_{2(g)}$	0	0
$O_{2(g)}$	0	0
$Fe_{(k)}$	0	0
$H_2O_{(s)}$	–285,9	–237,2
$CO_{(g)}$	–110,6	–137,3
$CO_{2(g)}$	–393,5	–394,4
$SO_{2(g)}$	–269,9	–300,4
$NO_{(g)}$	+90,36	+86,69
$NO_{2(g)}$	+33,8	+51,84
$NH_{3(g)}$	–46,19	–16,7
$CH_{4(g)}$	–74,84	–59,79
$C_2H_{6(g)}$	–84,64	–32,89
$C_2H_{4(g)}$	+52,3	+68,12
$C_3H_{6(g)}$	+20,42	+62,38
$C_2H_{2(g)}$	+226,7	–209,20
$CH_3OH_{(s)}$	–238,6	–166,2
C_2H_5OH	–277,63	–174,77

Bir tepkimenin $\Delta G°$ değeri;

$$\Delta G_t = \Sigma\Delta G°_{\text{ürünler}} - SG°_{\text{girenler}}$$

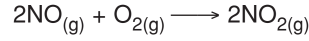
formülü ile hesaplanır.

ÖRNEK

Madde	$\Delta G°$(kj/mol)
$NO_{2(g)}$	+51,84
$NO_{(g)}$	+86,69

değerleri verilmiştir.

Buna göre;

$2NO_{(g)} + O_{2(g)}$  $2NO_{2(g)}$

tepkimesinin standart serbest enerji değişimi nedir?

A) +173,38 B) +103,63 C) –69,70
D) –103,63 E) –173,38

ÇÖZÜM

ΔH ve ΔS'in alabileceği değerlere göre ΔG ve istemlilik			
Entalpi değişimi	Entropi değişim ΔG	Şart	Tepkime durumu, istemli mi?
Ekzotermik, $\Delta H < 0$	Artma, $\Delta S > 0$	$\Delta G < 0$	ΔG (0, Evet)
Ekotermik, $\Delta H < 0$	Azalma, $\Delta S < 0$	$I\Delta HI > ITASI$	$\Delta G < 0$ ise evet
Endotermik, $\Delta H > 0$	Artma, $\Delta S > 0$	$\Delta H < TAS$	$\Delta G < 0$ ise evet
Endotermik, $\Delta H > 0$	Azalma, $\Delta S < 0$	$\Delta G < 0$	Hayır

ETKİNLİK – 1

KAVRAMLARI HATIRLAYALIM

Aşağıda verilen cümlelerin boşluklarını uygun kelimelerle doldurunuz.

iç enerji	kinetik enerji	istemli	izole sistem
entropi	entalpi	kapalı sistem	potansiyel enerji
çevresi	açık sistem	sistem	termodinamik
serbest enerji	endotermik tepkimeler	negatif	Hess Kanunu
ekzotermik tepkimeler	tepkime entalpisi	oluşum entalpisi	

1. Fiziksel ve kimyasal değişimlere eşlik eden ısı ve mekanik iş alış verişlerini inceleyen bilim dalına .... denir.

2. Çevresi ile hem madde hemde enerji alış verişi yapabilen sistemlere .... denir.

3. Termodinamikte; evren, ... ve .... olarak ikiye ayrılır.

4. .... çevresi ile sadece enerji alış verişi yapabilir, madde alışverişi yapamaz.

5. Çevresi ile hem madde hem de enerji alış verişi yapamayan sistemlere .... denir.

6. Bir sistemin toplam enerjisi .... olarak adlandırılır.

7. Bir sistemin iç enerjisi taneciklerin .... ile, taneciklerin birbiriyle etkileşimlerinden doğan ....'nin toplamıdır.

8. .... bir değişme bir dış etki ile zorlama olmaksızın meydana gelme eğilimine sahiptir.

9. Bir sistemin düzensizliğinin ölçüsüne .... denir.

10. Toplam enerji değişimine .... değişimi denir.

11. Sabit basınçta bir sistemin dışarı verdiği veya dışarıdan aldığı ısı .... değişimine eşittir.

12. Sonuç itibariyle çevreden ısı alan tepkimelere .... denir.

13. Ekzotermik tepkimelerdeki enerji değişimleri .... tir.

14. Bir tepkimenin entalpisi, bu tepkimeyi oluşturan ara basamakların entalpilerinin toplamına eşittir. Buna .... denir.

15. Bir bileşiğin standart şartlarda, doğal haldeki elementlerinden oluşumu sırasında meydana gelen entalpi değişimine standart .... denir.

16. Bir tepkimenin tam olarak cereyan ettiği zamanki entalpi değişimine o tepkimenin .... denir.

17. Sonuç itibariyle çevreye ısı veren tepkimelere .... denir.

1. I. 0°C ve 1 atm basınçtaki $H_2O_{(sıvı)}$

II. 0°C ve 1 atm basınçtaki $H_2O_{(katı)}$

III. 25°C ve 1 atm basınçtaki $H_2O_{(sıvı)}$

Yukarıda verilen maddelerin molar entropileri arasındaki ilişki nedir?

A) I = III > II B) III > I > II C) I > III > II

D) III > I = II E) II > I > III

ÇÖZÜM

2. I. 0°C ve 1 atm'deki He gazı

II. 100°C ve 1 atm'deki He gazı

III. 0°C ve 3 atm'deki He gazı

Yukarıda verilen maddelerin molar entropileri arasındaki ilişki nedir?

A) III < I < II B) III < II < I C) I < III < I

D) II < I < III E) II < III < I

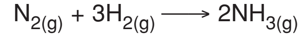
ÇÖZÜM

3.

Madde	Standart molar entropi
$NH_{3(g)}$	192,4 J/K.mol
$N_{2(g)}$	191,6 J/K.mol
$H_{2(g)}$	130,7 J/K.mol

Yukarıda verilen değerler bilinmektedir. **Buna göre;**

$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$



tepkimesi için standart entropi değişimi nedir?

A) –198,9 B) –192,4 C) 130,7

D) 192,4 E) 198,9

ÇÖZÜM

4.

Madde	Standart molar entropi
$N_2O_{4(g)}$	304,3 J/K.mol
$NO_{2(g)}$	240,46 J/K.mol

Yukarıda verilen değerler bilinmektedir. **Buna göre, 25°C'de;**

$N_2O_{4(g)} \longrightarrow 2NO_{2(g)}$



tepkimesinin standart entropisi değişimi kaç j/K.mol dür?

A) –304,3 B) –240,46 C) –176,62

D) 176,62 E) 480,92

ÇÖZÜM

5. NH_3 gazının 25°C deki;

I. Standart molar oluşum entalpisi 46,3 kj'dür.

II. Standart molar oluşum entropisi 193 J'dür.

III. Standart oluşum serbest enerjisi –16,72 kj dür.

ifadelerinden hengileri doğrudur?

(NH_3 için $\Delta H°$ = –46,3 kj/mol, S° = 193 j/K.mol

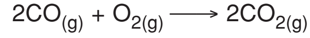
S°(H_2) = 131 J/K.mol, S(N_2) = 191,5 j/K.mol)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

ÇÖZÜM

6. Bazı maddelerin standart oluşum serbest enerjileri verilmiştir.



Madde	Standart oluşum serbest enerjisi
$CO_{(g)}$	–137,3 kj/mol
$CO_{2(g)}$	–394,4 kj/mol

Buna göre;

$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)}$

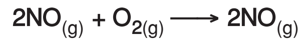
tepkimesinin standart serbest enerjisi kaç kj dür?

A) –788,8 B) –1063,4 C) –514,2

D) –274,6 E) –357,1

ÇÖZÜM

7.



Madde	Standart molar entropi
$NO_{2(g)}$	+51,84 kj
$NO_{(g)}$	+86,69 kj

bilindiğine göre,

$2NO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{(g)}$

tepkimesinin standart serbest enerjisi kaç kj'dür?

A) –86,69 B) –69,70 C) –38,85

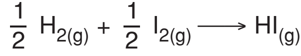
D) +69,70 E) +103,68

ÇÖZÜM

8.

Madde	Molar oluşum entalpisi	Standart molar entropisi
H_2	0	130,7 J/mol.K
I_2	0	116,1 j/mol.K
HI	+26,48 kj/mol	206,6 J/mol.K

Yukarıdaki değerler bilindiğine göre;



$\frac{1}{2} H_{2(g)} + \frac{1}{2} I_{2(g)} \longrightarrow HI_{(g)}$

tepkimesinin 25°C deki standart oluşum serbest enerjisini, standart entropi ve standart oluşum entalpileri kullanılarak hesaplanırsa kaç kj olur?

A) 1,69 B) 26,48 C) 28,17

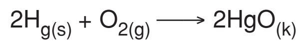
D) 24,79 E) –2,69

ÇÖZÜM

9.

Madde	Standart molar entropi
$Hg_{(s)}$	77,4 j/mol.K
$O_{2(g)}$	205,0 j/mol.K
$HgO_{(k)}$	72,0 j/mol.K

Yukarıda verilen değerler bilindiğine göre,



$2H_{g(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2HgO_{(k)}$

tepkimesinin standart entropi değişimi kaç j/K dir?

A) –215,8 B) –109,7 C) –107,9

D) –77,4 E) 149,4

ÇÖZÜM

10.

Madde	ΔH°(kj/mol)	S°(j/mol.K)
$Mg_{(k)}$	0	32,5
$O_{2(g)}$	0	205,0
$MgO_{(k)}$	–601,8	26,78

Yukarıdaki değerler bilindiğine göre, MgO katısının standart oluşum serbest enerjisi kaç kj dür?

A) –601,8 B) –569,55 C) 32,25

D) 26,78 E) 135,0

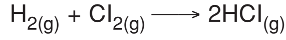
ÇÖZÜM

11.

Madde	Standart entropi
$H_{2(g)}$	131 j/mol.K
$Cl_{2(g)}$	223 J/mol.K
$HCl_{(g)}$	187 j/mol.K

HCl'nin standart molar oluşum entalpisi –92,3 kj olduğuna göre,

$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow 2HCl_{(g)}$



ile ilgili;

I. ΔS_{sistem} = +20J/K dir.

II. $\Delta S_{çevre}$ = –309,73 j/K dir.

III. ΔS_{toplam} = –289,73 j/K dir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I, II ve III

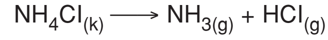
ÇÖZÜM

12.

Madde	Standart molar entropisi
$NH_4Cl_{(k)}$	94,56 j/mol . K
$NH_{3(g)}$	111,3 j/mol . K
$HCl_{(g)}$	187 j/mol . K

olduğuna göre,

$NH_4Cl_{(k)} \longrightarrow NH_{3(g)} + HCl_{(g)}$



tepkimesinin standart entropisi kaç j/K dir?

A) +298,3 B) +203,74 C) 94,56

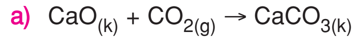
D) –203,74 E) –298,3

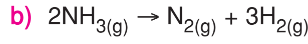
ÇÖZÜM

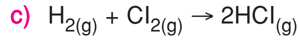
1.

Madde	Standart entropi (j/mol.K)
$CaO_{(k)}$	39,8
$CO_{2(g)}$	213,6
$CaCO_{3(k)}$	92,9
$NH_{3(g)}$	192,4
$N_{2(g)}$	191,6
$H_{2(g)}$	131,0
$Cl_{2(g)}$	223,0
$HCl_{(g)}$	187,0

Yukarıda bazı maddelerin standart entropileri verilmiştir. **Buna göre;**

a)  $CaO_{(k)} + CO_{2(g)} \rightarrow CaCO_{3(k)}$

b)  $2NH_{3(g)} \rightarrow N_{2(g)} + 3H_{2(g)}$

c)  $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)}$

tepkimelerin standart entropi değişimlerini hesaplayınız.

2. I. $Br_{2(g)} \rightarrow 2Br_{(g)}$

II. $2Ca_{(k)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CaO_{(k)}$

III. $N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{(g)}$

Yukarıdaki tepkimelerin her biri için beklenen entropi değişiminin işaretini tahmin ediniz.

3. I. 0°C ve 1 atm basınçtaki Br_2(sıvı)

II. 0°C ve 1 atm basınçtaki Br_2(gaz)

III. 30°C ve 1 atm basınçtaki Br(gaz)

IV. 30°C ve 1 atm basınçtaki Br_2(gaz)

Yukarıda verilen maddelerin entropileri arasındaki ilişki nedir? nedenini açıklayınız.

4. I. 1 atm basınç, 0°C sıcaklıkta 10 litrelik kapta bulunan 1 mol CO_2 gazı

II. 1 atm basınç, 0°C sıcaklıkta 2 litrelik kapta bulunan 1 mol CO_2 gazı

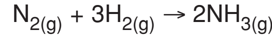
III. 1 atm basınç, 25°C sıcaklıkta 10 litrelik kapta bulunan 1 mol CO_2 gazı

Yukarıda verilen maddelerin entropileri arasındaki ilişki nedir? Nedenini açıklayınız.

5.

Madde	Standart entropi (j/mol K)
$H_{2(g)}$	131
$N_{2(g)}$	192
$NH_{3(g)}$	193

NH_3 gazının standart molar entalpisi –92,6 kj/mol'dür. **Buna göre;**


$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$

tepkimesi için standart şartlarda;

a) Standart entropi değişimi kaç j/K'dir?

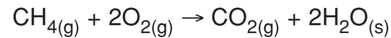
b) $\Delta S_{çevre}$ kaç j/K'dir?

c) ΔS_{toplam} kaç j/K'dir?

6.

Madde	Standart oluşum serbest enerjisi
$CO_{2(g)}$	–394,4 kj/mol
$H_2O_{(s)}$	–237,2 kj/mol
$CH_{4(g)}$	–50,8 kj/mol

olduğuna göre,


$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(s)}$

tepkimesi ile ilgili aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) Standart serbest enerji değişimi kaç kj dür?

b) Tepkimenin istemliliğini açıklayınız.

7.

Madde	Standart oluşum serbest enerjisi
$MgO_{(k)}$	–569,5 kj/mol
$Mg_{(k)}$	0
$O_{2(g)}$	0

olduğuna göre,

$2MgO_{(k)} \rightarrow 2Mg_{(k)} + O_{2(g)}$

25°C'de tepkime için aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) Standart serbest enerji değişimini hesaplayınız.

b) Tepkimenin bu koşullardaki istemlilik durumunu açıklayınız.

8.

Madde	Molar oluşum ısısı	Standart molar entropi
$CaO_{(k)}$	–635,6 kj/mol	39,8 j/mol. K
$CO_{2(g)}$	–393,5 kj/mol	213,6 j/mol.K
$CaCO_{3(k)}$	–1206,9 kj/mol	92,9 j/mol.K

olduğuna göre,

$CaCO_{3(k)} \rightarrow CaO_{(k)} + CO_{2(g)}$

tepkimesi için;

a) Entalpi değişimini hesaplayınız.

b) Entropi değişimini hesaplayınız.

c) Standart serbest enerjisini hesaplayınız.

9.

Madde	Molar oluşum entalpisi	Standart molar entropisi
$HBr_{(g)}$	–36,2 kj/mol	198,48 j/mol. K
$Br_{2(s)}$	0	152,3 j/mol.K
$H_{2(g)}$	0	131 j/mol.K

olduğuna göre,

$2HBr_{(g)} \rightarrow H_{2(g)} + Br_{2(s)}$

tepkimesi için aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) Standart koşullarda entropi değişimi kaç j/K dir?

b) Standart koşullarda serbest enerji değişimini hesaplayınız.

c) Tepkimenin istemlilik durumunu açıklayınız.

d) Tepkime standart koşullarda istemli değilse, istemli olduğu en düşük sıcaklık değerini hesaplayınız.

10. I. $CaCO_{3(katı)} \longrightarrow CaO_{(k)} + CO_{2(g)}$

II. $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$

III. $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow 2HCl_{(g)}$

Yukarıda verilen tepkimelerden hangilerinde sistemin entropi değişimi pozitiftir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

1. I. Enerji genellikle iş yapabilme kapasitesidir.
II. İş, bir süreçten kaynaklanan enerji değişimidir.
III. Evrenin toplam enerji miktarı sabittir.

Enerji ve iş ile ilgili yukarıda verilen ifadelerden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

2. I. Yüksek sıcaklıktan düşük sıcaklığa sıcaklık akışı olur.
II. Termokimya, kimyasal tepkimelerdeki ısı değişimleri ile ilgilidir.
III. Evrenin toplam enerji miktarı değişmez.

Yukarıda verilen ifadelerden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

3. I. Kimyasal tepkimelerde enerji değişimi ısı şeklinde olur.
II. Sistem, ilgilenilen evren parçasıdır.
III. Çevre, sistemi de içine alan evren parçasıdır.

Yukarıda verilen ifadelerden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

4. **Sistemle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?**

A) Ağzı açık bir kapta bulunan bir miktar su açık sistemdir.
B) Ağzı kapalı bir kapta bulunan bir miktar su kapalı sistemdir.
C) Bir otomobil motoru kapalı sistemdir.
D) İnsan vücudu açık sistemdir.
E) Kaliteli bir termos izole sistemdir.

5. I. Yanan bir mum
II. Uzay mekiği itici roketi
III. Elektrik pili

Yukarıda verilenlerden hangileri açık sistemdir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

6. I. Bir yayın sıkıştırılması
II. Pistonlu bir kapta bulunan helyum gazının pistonu itmesi
III. Oluşan su buharının türbinleri çevirmesi

Yukarıda verilen işlemlerin hangilerinde iş yapılmıştır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

7. I. Bir sistemin toplam enerjisine iç enerji denir.
II. Bir sistemin iç enerjisi değiştirilemez.
III. Bir sistemin iç enerjisi taneciklerin kinetik enerjilerinin toplamıdır.

Yukarıda verilen ifadelerden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

8. I. İç enerji bir hal özelliğidir.
II. Bir sistemin iç enerjisindeki değişim $\Delta U_{sistem} = U_{son} - U_{ilk}$ olur.
III. Bir sistem ısıtılırsa iç enerji azalır.

İç enerji ile ilgili yukarıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

9. Bir sistem ısıtılarak 48 kj'lük ısı sağlanıyor. Aynı zamanda sisteme karşı 12 kj'lük iş yapılıyor.

Buna göre, sistemin toplam iç enerji değişimi kaç kj olur?

A) 60 B) 48 C) 36 D) –48 E) –60

10. Bir sistemden dışarıya 42 kj'lük ısı akıyor. Aynı zamanda sisteme karşı 25 kj'lük iş yapılıyor.

Buna göre, sistemin enerji değişimi kaç kj'dür?

A) 67 B) 42 C) 17 D) –17 E) –67

11. I. İzole bir sistemin iç enerjisi değiştirilebilir.
II. Isı ve iş bir sistemin iç enerjisini değiştirmenin iki yoludur.
III. Çevresine karşı iş yapmış olan bir sistemin iç enerjisi azalır.

İç enerji ile ilgili yukarıda verilenlerden hangisi yanlıştır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

12. Gaz dolu bir kaba 120 kj'lük ısı verilirken, gaz pistonu iterek 14 kj'lük iş yapıyor.

Buna göre, sistemin iç enerjisindeki değişim için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

A) 134 kj artar.
B) 134 kj azalır.
C) 106 kj artar.
D) 106 kj azalır.
E) 120 kj artar.

13. I. Sıcak bir bakır parçasının odanın sıcaklığına kadar soğuması.
II. Araba lastiğinde bulunan havanın bir delikten çıkması.
III. Suyun hidrojen ve oksijen gazlarının tepkimesinden oluşması.

Yukarıda verilen değişimlerden hangileri istemli değişmedir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

14. I. Enerji
II. Sıcaklık
III. Hacim

Yukarıda verilen özelliklerden hangileri maddenin hal fonksiyonlarıdır?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

15. Şekilde verilen gazın bulunduğu ortamda basınç 1,25 atm'dir. X gazı, sabit sıcaklıkta 2 litre hacimden 6 litre hacime genleşmektedir.



Buna göre;
I. Gazın yaptığı iş 5 litre.atm'dir.
II. Gazın iç enerjisi artmıştır.
III. Gazın iç enerjisindeki değişim 506,5 j'dür.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

(1 litre.atm = 101,3 j)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

16. I. Oda sıcaklığında suyun donması
II. Kesme şekerin suda çözünmesi
III. Ağzı açık bir kapta bulunan kolonyanın buharlaşması

Yukarıda verilen olaylardan hangileri kendiliğinden olma eğilimindedir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

1. I. Girenlerin entalpi toplamı, ürünlerin entalpi toplamından yüksektir.
II. Girenler, oda sıcaklığında ürünlerden daha kararlıdır.
III. İleri aktifleşme enerjisi geri aktifleşme enerjisinden yüksektir.
Endotermik bir tepkime için yukarıdakilerden hangileri doğru olur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

2. $CH_{4(g)}$ $\Delta H = -20$ kkal
$CO_{2(g)}$ $\Delta H = -94$ kkal
$H_2O_{(g)}$ $\Delta H = -68$ kkal
olduğuna göre, CH_4 gazının molar yanma ısısı kaç kkal/mol dur?

A) –230 B) –210 C) –250
D) –162 E) –142

3. I. Karın yağması
II. Naftalinin süblimleşmesi
III. $CaCO_{3(k)} \longrightarrow CaO_{(k)} + CO_{2(g)}$
IV. $2H_{(g)} \longrightarrow H_{2(g)}$
Yukarıda verilen olay ve tepkimelerden hangileri ekzotermiktir?

A) I ve IV B) II ve III C) II ve IV
D) I, II ve III E) I, II ve IV

4. 2M, 300 ml NaOH çözeltisi yeterince HCl ile nötürleşirken 7,8 kkal ısı açığa çıktığına göre, **NaOH'in molar nötrleşme ısısı kaç kkal'dir?**

A) –78 B) –39 C) –26 D) –16 E) –13

5. $C_2H_{4(g)}$ $\Delta H = -190$ kkal/mol
$CO_{2(g)}$ $\Delta H = -94$ kkal/mol
$H_2O_{(g)}$ $\Delta H = -58$ kkal/mol
Bazı bileşiklerin molar oluşma ısıları yukarıda verilmiştir. **14 gram $C_2H_{4(g)}$ yakıldığında kaç kkal ısı açığa çıkar?** (C = 12, H = 1)

A) 304 B) 594 C) 114 D) 68 E) 57

6. $C_2H_5OH_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O + 295$ kkal
tepkimesine göre 9,2 gram $C_2H_5OH_{(sıvı)}$ ve 1 mol $O_{2(g)}$ nin tepkimesinden kaç kkal ısı açığa çıkar? (H = 1, C = 12, O = 16)

A) 59 B) 98,3 C) 147,5 D) 590 E) 885

7. 1,12 gram $CaO_{(k)}$ 21 cm^3 su içine atılıyor.
$CaO_{(k)} + H_2O_{(s)} \longrightarrow Ca(OH)_{2(suda)}$ tepkimesi oluyor. Tepkime sonunda suyun sıcaklığı 12,2 °C'den 32,2 °C'ye yükseliyor. **Bu tepkimenin entalpisi (ΔH) kaç kkal/mol dür?**
(Ca = 40, O = 16, H = 1)

A) 420 B) +42 C) –21 D) +21 E) –42

8. $H_2S_{(g)}$ $\Delta H = -4,8$ kkal
$SO_{2(g)}$ $\Delta H = -70,9$ kkal
$H_2O_{(s)}$ $\Delta H = -68,3$ kkal
Bazı bileşiklerin molar oluşma ısıları yukarıda verilmiştir.
Buna göre,
$2H_2S_{(s)} + SO_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(s)} + 3S_{(k)}$
tekimesinin ısısı kaç kkal dir?

A) –56,1 B) 12,3 C) +7,4
D) –17,5 E) 80,5

9. 32 gram $CuSO_4$ suda çözündüğünde 3,5 kkal ısı açığa çıkıyor.

$CuSO_4$'ün molar çözünme ısısı kaç kkal dir?

(Cu = 64, S = 32, O = 16)

A) –35 B) 17,5 C) 35 D) –17,5 E) 3,5

10. $2X_{(k)} + 1/2\ O_{2(g)} \longrightarrow X_2O_{(k)} + 40$ kkal

3,2 gram X elementi yukarıdaki tepkimede, oksitlenince 1 kkal ısı açığa çıktığına göre, **X elementinin atom kütlesi kaç gram/mol dür?**

A) 201 B) 128 C) 64 D) 39 E) 23

11. 6 gram etan (C_2H_6) gazının yanmasından açığa çıkan ısı 68,4 kkal dir. $CO_{2(g)}$ ve $H_2O_{(g)}$ nın oluşma ısıları sırasıyla –94 ve –58 kkal/mol olduğuna göre, **C_2H_6 nın elementlerinden oluşma ısısı kaç kkal/mol dür?** (C = 12, H = 1)

A) –342 B) –20 C) 36,2 D) –36,2 E) 20

12. $CaO_{(k)}$ $\Delta H = -152$ kkal/mol

$H_2O_{(s)}$ $\Delta H = -68$ kkal/mol

olduğu bilinmektedir.

$H_2O_{(s)} + CaO_{(k)} \longrightarrow Ca(OH)_{2(k)} + 15$ kkal

olduğuna göre, $Ca(OH)_{2(k)}$ bileşiğinin molar oluşma entalpisi kaç kkal dir?

A) +220 B) +205 C) –205
D) –220 E) –235

13. $XO_{(k)} + H_2O_{(s)} \longrightarrow X(OH)_{2(suda)} + 9{,}2$ kkal tepkimesine göre, 11,2 gram XO'nun su ile etkileşmesinden 1,84 kkal ısı açığa çıkıyor.

XO bileşiğinin bir molü kaç gramdır?

A) 112 B) 56 C) 40 D) 32 E) 24

14. $C_2H_{4(g)} + H_{2(g)} \longrightarrow C_2H_{6(g)}$ tepkimesine göre, 2 mol $C_2H_{6(g)}$ nın oluşması sırasında 65,4 kkal ısı açığa çıkmaktadır. $C_2H_{4(g)}$ nın oluşma ısısı 12,5 kkal olduğuna göre, **$C_2H_{6(g)}$ nin oluşma ısısı kaç kkal/mol dür?**

A) –45,2 B) 45,2 C) –20,2
D) 20,2 E) –32,7

15.

Bağ	ΔH (kkal/mol)
C – H	99
Cl – Cl	58
H – Cl	103



$CH_4 + 3Cl_2 \longrightarrow CHCl_3 + 3HCl + 72$ kkal

olduğuna göre, **C – Cl bağının enerjisi kaç kkal/mol dür?**

A) 69 B) 72 C) 78 D) 119 E) 267

16.

Bağ	ΔH (kkal/mol)
H – H	104
Cl – Cl	58
H – Cl	103

olduğu bilinmektedir.

Buna göre, $H_{2(g)} + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$ tepkimesinin entalpisi, ΔH kaç kkal dır?

A) 56 B) 44 C) –56 D) –44 E) –22

1. Madde alış verişine kapalı, enerji alış verişine açık sistemlere ...①... denir. Örneğin, şişelenmiş su, madde alış verişine kapalı, enerji alış verişine açıktır. Çok iyi yalıtılmış ve ideal şekilde kapatılmış bir termos ...②...e örnek verilebilir. İnsan vucudu ise hem madde hem de enerji alış verişine açıktır. İnsan vucudu ...③...e örnek verilebilir.

Yukarıda verilen boşluklara aşağıdakilerden hangisi gelmelidir?

	1	2	3
A)	Kapalı sistem	Açık sistem	İzole sistem
B)	Kapalı sistem	İzole sistem	Açık sistem
C)	Açık sistem	Kapalı sistem	İzole sistem
D)	İzole sistem	Açık sistem	Kapalı sistem
E)	Kapalı sistem	İzole sistem	İzoterm sistem

2. I. Standart şartlarda 1 mol $Br_{2(sıvı)}$

II. 0°C ve 1 atm de 1 mol $Br_{2(sıvı)}$

III. Standart şartlarda 1 mol $Br_{2(gaz)}$

Yukarıda koşulları ile birlikte verilen maddelerin entropileri arasındaki ilişki nedir?

A) I > II > III B) I > III > II C) I = II < III

D) III > I > II E) III > I = II

3.

Madde	Standart serbest enerji
$Ca_{(k)}$	0
$Cl_{2(g)}$	0
$CaCl_{2(k)}$	–750,20 kj/mol

Yukarıdaki değerler verilmiştir.

Buna göre, 44,4 gram $CaCl_2$ oluşurken standart serbest enerji değişimi kaç kj olur?

(Ca = 40, Cl = 35,5)

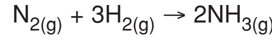
A) –750,20 B) –317,98 C) –300,08

D) 150,04 E) 300,08

4.

Madde	Standart serbest enerji
$NH_{3(g)}$	–16,6 kj/mol
$N_{2(g)}$	0
$H_{2(g)}$	0

Tabloda verilen bilgilerden hareketle,



oda koşullarında 9,8 litre NH_3 gazı oluşurken standart serbest enerji değişimi kaç kj olur?

A) –16,6 B) –33,2 C) –64,6

D) –6,64 E) –3,32

5. **Aşağıda verilen maddelerden hangisinin entropisinin en yüksek olması beklenir?**

A) 0°C ve 1 atm de $H_2O_{(k)}$

B) 0°C ve 1 atm de $H_2O_{(s)}$

C) 25° ve 1 atm de $H_{2(g)}$

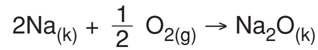
D) 25°C ve 1 atm de $H_2O_{(s)}$

E) 0°C ve 1 atm de $H_2O_{(g)}$

6.

Madde	Molar oluşma ısısı	Standart molar entropi
$Na_{(k)}$	0	51,05 j/K.mol
$O_{2(g)}$	0	205,0 j/K.mol
$Na_2O_{(g)}$	–415,89 kj/mol	72,8 j/K.mol

Yukarıdaki değerler verildiğine göre,



tepkimesi ile ilgili;

I. Standart entropi değişimi –131,80 j/K dir.

II. Entalpi değişimi –415,89 kj dür.

III. Standart serbest enerji değişimi –376,62 kj dür.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

7.

Madde	Standart molar entropi
$H_{2(g)}$	114,6 j/K. mol
$O_{2(g)}$	205,0 j/K. mol
$H_2O_{(g)}$	188,7 j/K. mol

Yukarıdaki değerler verildiğine göre,

$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)}$

tepkimesinin standart entropi değişimi kaç kj dür?

A) 56,8 B) 28,4 C) –42,6
D) –56,8 E) –85,2

8.

Madde	Standart serbest enerji
$SO_{2(g)}$	–300,4 kj/mol
$O_{2(g)}$	0
$SO_{3(g)}$	–370,4 kj/mol

olduğuna göre;

$SO_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow SO_{3(g)}$

tepkimesi için;

I. Serbest enerji değişimi 70,0 kj dür.
II. İstemlidir.
III. Ekzotermiktir.

yargılarından hangileri yanlıştır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

9.

Madde	Standart serbest enerji (kj/mol)
$O_{(g)}$	230,1
$O_{2(g)}$	0
$O_{3(g)}$	163,4

olduğuna göre;
$O_{2(g)} + O_{(g)} \rightarrow O_{3(g)}$ **tepkimesi ile ilgili;**
I. Gösterilen yönde istemlidir.
II. Standart serbest enerji değişimi –66,7 kj dür.
III. Endotermiktir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

10.

Madde	Standart molar entropi (j/K)
$Zn_{(k)}$	41,6
$S_{(k)}$	32,6
$ZnS_{(k)}$	108,4

olduğuna göre;

$Zn_{(k)} + S_{(k)} \rightarrow ZnS_{(k)}$

tepkimesinin standart entropi değişimi kaç j olur?

A) 34,2 B) 41,6 C) 74,2
E) 108,4 E) 182,6

11.

Madde	Standart serbest enerji (kj/mol)
$N_{2(g)}$	0
$O_{2(g)}$	0
$NO_{2(g)}$	51,8
$NO_{(g)}$	86,7
$N_2O_{4(g)}$	98,29

Yukarıda verilen değerlere göre;

I. $N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{(g)}$
II. $\frac{1}{2}N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{2(g)}$

III. $2NO_{2(g)} \rightarrow N_2O_{4(g)}$

verilen tepkimelerden hangileri gösterildiği yönde istemlidir?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

12.

Madde	Standart molar entropi (j/K.mol)
Mg	32,5
O_2	205,0
MgO	26,78

değerleri verilmiştir.

$2Mg_{(k)} + O_{2(g)} \rightarrow 2MgO_{(k)}$

tepkimesinin 25°C'deki entalpi değişim –1203,6 kj olduğuna göre, **bu tepkimenin standart serbest enerji değişimi kaç kj dür?**

A) –216,44 B) –601,8 C) –64,50
D) –1074,5 E) –1139,1

2.

ÜNİTE

REAKSİYON HIZLARI VE KİMYASAL DENGE

1. BÖLÜM : REAKSİYON HIZI

2. BÖLÜM : REAKSİYON HIZININ BAĞLI OLDUĞU ETKENLER

3. BÖLÜM : KİMYASAL REAKSİYONDAKİ DENGE

4. BÖLÜM : KİMYASAL DENGEYİ ETKİLEYEN DEĞİŞKENLER

Çevremizde bizim sebep olduğumuz veya olmadığımız bir çok kimyasal tepkime gerçekleşmekte ve bizim yaşamımızı etkilemektedir. En geniş madde topluluğundan biri olan atmosferde değişim yokmuş gibi görünsede, güneş ışığının etkisi ile birçok kimyasal tepkime gerçekleşmektedir. Atmosferdeki ozon gazı olmasaydı belkide yaşam imkansız hale gelirdi. Canlıları, zararlı ışığın etkisinden koruyan ozon gazı güneş ışığının etkisinde kalarak parçalanmaktadır. Ancak sürekli yeniden oluşmaktadır. İnsan toplumunun olumsuz etkileri olmadığı sürece bu kimyasal tepkimeler dengeyi korumaktadır. Son yıllarda bilinçsizce kullanılan kimyasal maddeler bu dengeyi bozma eğilimindedir.

Bu durumu anlamak için atmosferde oluşan tepkimeleri, tepkimelerin hızlarını ve diğer özelliklerini araştırmak ve anlamak gerekir. Ancak bu durumda verilen hasar ve hasarın oluşturacağı sonuçlar anlaşılabilir.

REAKSİYON HIZLARI

A) TEPKİME HIZI, ORTALAMA HIZ VE ANLIK HIZ

B) TEPKİME HIZININ ÖLÇÜLMESİ

C) ÇARPIŞMA TEORİSİ

D) AKTİFLEŞME ENERJİSİ

E) TEPKİME ISISI VE POTANSİYEL ENERJİ DİYAGRAMLARI

Bir arabanın hızı birim zamanda aldığı yoldur. Bir ekmek fırınının hızı belli bir zaman diliminde ürettiği ekmek sayısı olarak alınabilir. Bir araba fabrikasının hızı aylık veya yıllık olarak ürettiği araba sayısı olarak alınabilir. İnsan toplulukları yaşamı daha kolay hale getirmek için çeşitli cisim ve olayların hızları ile ilgilenmiş ve zamanla kontrol eder hale gelmiştir. Toplumların yaşamı için kimyasal tepkimelerin hızları daima önemli olmuştur.

Yaşamı kolaylaştırmak için kimyasal tepkimelerin hızlarını anlamak, kontrol altında tutmak ve daha hızlı hale getirmek gerekir.

Kimyasal tepkimelerin hızını artırmak için yapılan çalışmalarda katalizörlerin bulunması ve geliştirilmesi endüstrinin gelişiminde önemli bir aşamayı oluşturmaktadır.

Kısa zamanda daha fazla ürün elde etmek, verimi artırmak ve işlemlerin zamanını kısaltmak daima bir hedef olmuştur.

1. BÖLÜM

REAKSİYON HIZLARI

A) TEPKİME HIZI, ORTALAMA HIZ VE ANLIK HIZ

Kimyasal tepkime hızlarıda diğer alanlardaki gibi, bir özellikteki değişimin, değişimin olduğu zamana bölümü olarak tanımlanabilir. Kimyasal tepkimelerde girenlerin ne kadar hızla tüketildiği veya ürünlerin ne kadar hızla oluştuğu tepkimelerin hızını oluşturmaktadır. Bir kimyasal tepkime, tepkimeye girenlerin zamanla ürünlere dönüştüğü bir süreçtir. Bu süreçte girenlerin miktarı azalırken, ürünlerin miktarı artar. Tepkime ilerledikçe, tepkimeye katılanların ürünlere dönüşüm hızı azalır.

Tepkime hızı, belirli bir zaman aralığında oluşan derişim değişimidir.

Girenler esas alınmışsa derişimdeki azalmadan, ürünler esas alınmışsa derişimdeki artmadan bahsedilebilir.

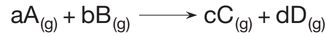
$$\text{Tepkime hızı} = \frac{\text{Derişimdeki değişim}}{\text{Zaman aralığı}}$$

$$r = \frac{\Delta c}{\Delta t}$$

Burada bahse konu olan hız, **ortalama hız** dır. Belirli bir zaman aralığında derişimdeki değişimin, zamandaki değişime oranına reaksiyonun ortalama hızı denir. Reaksiyonun **ortalama hızı** nı formülle göstermek gerekirse, aşağıdaki bağıntı ortaya çıkar:

$$r_{ort} = -\frac{\Delta c_{(giren)}}{\Delta t} = \frac{\Delta c_{(ürün)}}{\Delta t}$$

$$aA_{(g)} + bB_{(g)} \longrightarrow cC_{(g)} + dD_{(g)}$$



$$r_A = \frac{[A]\ \text{azalma}}{t}$$

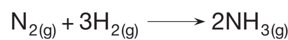
$$r_B = \frac{[B]\ \text{azalma}}{t}$$

$$r_C = \frac{[C]\ \text{artma}}{t}$$

$$r_D = \frac{[D]\ \text{artma}}{t}$$

$$-\frac{1}{a}r_A = -\frac{1}{b}r_B = \frac{1}{c}r_c = \frac{1}{d}r_D$$

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$$



$$-r_{N_2} = -\frac{1}{3}r_{H_2} = \frac{1}{2}r_{NH_3}$$

ESEN YAYINLARI

ÖRNEK

$$NO_{2(g)} \longrightarrow NO_{(g)} + 1/2O_{2(g)}$$



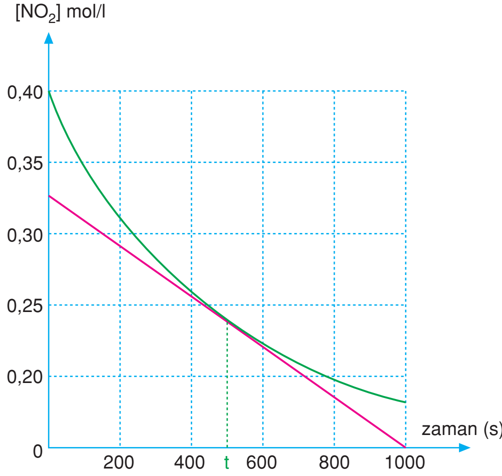
NO_2 gazının derişim değişimi incelendiğinde 100 saniyelik bir zaman aralığında 0,4M'dan 0,35M'a düştüğü tespit ediliyor. **Buna göre O_2 gazının oluşma hızı kaç mol/ℓ.s'dir?**

A) 4.10^{-3} B) 2.10^{-3} C) 5.10^{-4}
D) $2,5.10^{-4}$ E) 5.10^{-5}

ÇÖZÜM

Reaksiyonun anlık hızı, zamana karşı derişimin grafiğe geçilmesi ile elde edilen eğriye t anında çizilen teğetin eğimidir. Reaksiyon ilerledikçe anlık hız değişir. Anlık hızın formüle edilmesi aşağıdaki gibi olur:

$$r_{(t)} = -\frac{dc_{(giren)}}{dt} = \frac{dc_{(ürün)}}{dt}$$



t anında çizilen teğetin eğimi reaksiyonun t anındaki **anlık hızı** olur.

$$r_{(t)} = \frac{dc_{(NO_2)}}{dt} \Rightarrow r_{(t)} = -\frac{0,325}{1000}$$

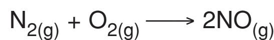
$$= 3,25.10^{-4} \text{ mol/l.s}$$

B) TEPKİME HIZINI ÖLÇÜLMESİ

Uygulamada tepkime hızını ölçmek için tepkimenin başladığı ve bittiği zaman aralığı belirlenmelidir. Tepkimeye giren maddelerin miktarındaki azalma veya ürünlerin miktarındaki artma direk gözlenemediği için tepkimedeki bazı özelliklerin zamanla değişimi gözlenerek sonuca ulaşılabilir. Bu özellikler; renk değişimi, iletkenlik değişimi, basınç değişimi, pH değişimi, ısı değişimi, çökelme, hacim değişimi ve ışık olabilir. Yaygın olarak renk değişimi, iletkenlik değişimi, basınç değişimi ve pH değişimi araç olarak kullanılır.

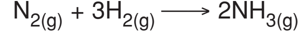
1. Basınç Değişimi İle

Basınç değişiminin araç olarak kullanılabilmesi için tepkimede gazların olması ve gazların mol sayılarının değişmesi gerekir. Sabit sıcaklık koşulunda hacim sabit tutularak basınç değişimi veya basınç sabit tutularak hacim değişimi gözlem aracı olarak kullanılabilir.



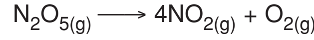
$N_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{(g)}$

tepkimesinde basınç veya hacim değişimi araç olarak kullanılamaz. Nedeni ise girenlerin katsayıları toplamının ürünlerin katsayıları toplamına eşit olmasıdır.



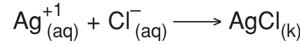
$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$

tepkimesinde girenlerin katsayıları toplamı 4, ürünlerin katsayıları toplamı 2'dir. Sabit sıcaklık ve sabit hacimde zamanla basınç azalacaktır. Basınçtaki azalma gözlenerek tepkime hızı hakkında fikir ileri sürülebilir.



$N_2O_{5(g)} \longrightarrow 4NO_{2(g)} + O_{2(g)}$

tepkimesinde sabit sıcaklık ve sabit hacimde basınç artacaktır. Basınç artışı gözlenerek tepkime hızı ölçülebilir.

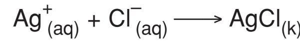


$Ag^{+1}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)} \longrightarrow AgCl_{(k)}$

tepkimesinde basınç veya hacim değişimi gözlenerek tepkime hızı ölçülemez.

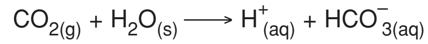
2. İletkenlik Değişimi İle

İletkenlik değişiminin araç olarak kullanılması için çözelti ortamında gerçekleşen tepkimelerde iyonların derişimi değişmelidir.



$Ag^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)} \longrightarrow AgCl_{(k)}$

tepkimesinde iyonların derişimi zamanla azalacak, buna bağlı olarak iletkenlikte azalacaktır. İletkenlikteki azalma gözlenerek tepkime hızı ölçülebilir.

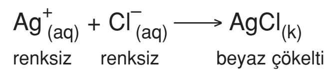


$CO_{2(g)} + H_2O_{(s)} \longrightarrow H^{+}_{(aq)} + HCO^{-}_{3(aq)}$

tepkimesinde basınç azalması gözlenerek tepkime hızı ölçülebileceği gibi iletkenlik artışı gözlenerek de tepkime hızı ölçülebilir.

3. Renk Değişimi İle

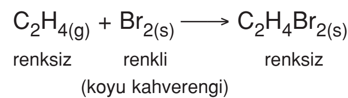
Renk değişiminin gözlenebilmesi için tepkimede renkli maddeler bulunmalı ve zamanla renk değişmelidir.



$Ag^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)} \longrightarrow AgCl_{(k)}$

renksiz renksiz beyaz çökelti

verilen tepkimede renk değişimi ve iletkenlik değişimi gözlenerek tepkime hızı ölçülebilir.



$C_2H_{4(g)} + Br_{2(s)} \longrightarrow C_2H_4Br_{2(s)}$

renksiz renkli (koyu kahverengi) renksiz

Verilen tepkimede renk değişimi ve basınç değişimi gözlenerek tepkime hızı ölçülebilir.

4. pH Değişimi İle

pH değişiminin araç olarak kullanılabilmesi için tepkime H^+ veya OH^- iyonları olmalı ve bu iyonların derişimi değişmelidir.

$$2MnO_4^- + 16H^+ + 10Cl^- \longrightarrow 2Mn^{+2} + 8H_2O + 5Cl_2$$

tepkimesinde H^+ iyonu bulunuyor. Zamanla H^+ iyonu derişimi azalacağı için pH artacaktır. pH değerindeki artış gözlenerek tepkime hızı ölçülebilir.

ÖRNEK

Aşağıdaki tepkimelerden hangisinde zamanla basınç düşmesi ölçülerek tepkime hızı saptanabilir?

A) $N_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{(g)}$
B) $CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$
C) $2NO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{2(g)}$
D) $C_3H_{4(g)} + 4O_{2(g)} \longrightarrow 3CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$
E) $2NH_{3(g)} \longrightarrow N_{2(g)} + 3H_{2(g)}$

ÇÖZÜM

ÖRNEK

$2MnO^{-}_{3(aq)} + 16H^{+}_{(aq)} + 5C_2O^{-2}_{4(aq)} \rightarrow$
renkli

$2Mn^{+2}_{(aq)} + 10CO_{2(g)} + 8H_2O_{(s)}$
renksiz

tepkimesinin hızı,

I. Tepkime sırasındaki renk değişimi ölçülerek,
II. Tepkime sırasında açığa çıkan CO_2 gazının hacmi ölçülerek,
III. Tepkime sırasındaki elektrik iletkenliği ölçülerek

saptanabilir; yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalınz II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

C) ÇARPIŞMA TEORİSİ

Kimyasal tepkimeler, bir bağ düzenindeki taneciklerin (atom, iyon molekül) yeni bir bağ düzenine geçmesidir. Bir başka ifade ile bağlar kırılır ve yeni bağlar oluşur.

Bir tepkimenin başlayabilmesi için maddelerin bir araya getirilmesi gerekir. Bir başka ifade ile taneciklerin çarpışması gerekir. Asitler ve bazlar bir araya getirilince kendiliğinden tepkime verir. Ancak, öncelikle bir araya getirilmesi gerekir.

Tanecikler arasındaki her çarpışma tepkime ile sonuçlanmaz. Bir kapta bir arada bulunan metan gazı ve hava birbiri ile tepkime vermez. Bunun için bir kıvılcım gerekir. Her tepkimenin başlaması için gerekli olan enerji farklıdır. Taneciklerin enerjilerinin toplamı, tepkimenin başlaması ve devam etmesi için yeterli değilse tepkime gerçekleşmez.

Enerjisi yeterli olmadığı için çarpışmalarına rağmen tepkime vermeyen taneciklerin çarpışmasına **etkin olmayan çarpışma** denir.

Oluşacak moleküllerin geometrik düzeni ve elektron dağılımı çarpışmaların belli bir geometrik doğrultusunda çarpışmasını gerektirir. Uygun geometrik doğrultuda çarpışmayan moleküller tepkime veremez.

$$HCl_{(g)} + HCl_{(g)} \longrightarrow H_{2(g)} + Cl_{2(g)}$$

Çarpışma teorisine göre bir tepkimenin oluşabilmesi için;

1. Taneciklerin çarpışması,
2. Çarpışmaların etkin çarpışma (enerjisi yeterli) olması,
3. Taneciklerin uygun geometrik doğrultuda çarpışması gerekir.

D) AKTİFLEŞME ENERJİSİ

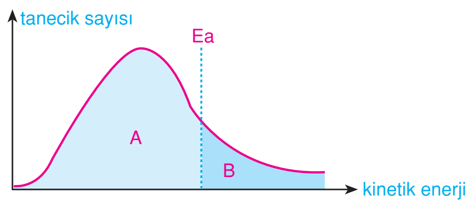
Karışım halinde olan H_2 ve O_2 tepkime vermez. Bir dış etki olmadıkça hidrojen ve oksijen karışımı patlamaz, patlama için bir kıvılcım, bir alev ya da ısı gereklidir. Odun, kömür, mum, kağıt gibi maddeler havada uzun süre değişmeden durabilir. Tutuşmaları için, sıcaklık, alev, sürtünme ya da ısı gerekir.

Bir tepkimenin başlayabilmesi için gerekli olan en düşük enerji miktarına **aktifleşme enerjisi** veya **eşik enerjisi** denir.

Bu bir enerji engelidir. Bu enerji engelini aşan ve uygun geometrik doğrultuda çarpışan tanecikler arasında tepkime gerçekleşebilir.

Taneciklerin çarpışarak ürüne dönüşebilmeleri için gerekli olan minimum enerji, bir diğer ifade ile aktifleşme enerjisi küçük ise fazla molekülün kinetik enerjisi bu engeli aşar ve tepkime hızlı gerçekleşir.

Aktifleşme enerjisi yüksek ise çok az molekülün kinetik enerjisi bu enerji engelini aşabilir ve tepkime yavaş gerçekleşir.



A bölgesinde bulunan tanecikler uygun geometrik doğrultuda çarpışsalar bile tepkime gerçekleşmez. Enerjileri aktifleşme enerjisini aşmamıştır.

B bölgesindeki taneciklerin kinetik enerjileri Ea barajını aştığı için bu taneciklerin uygun geometrik doğrultuda çarpışması tepkime ile sonuçlanır.

★ Aktifleşme (aktivasyon) enerjisine eşik enerjisi de denir.

★ Aktifleşme enerjisi Ea ile gösterilir.

Ea_i = İleri tepkimenin aktifleşme enerjisi

Ea_g = Geri tepkimenin aktifleşme enerjisi

★ Aktifleşme enerjisini basınç ve sıcaklık etkilemez.

★ Aktifleşme enerjisini madde miktarı etkilemez.

★ Aktifleşme enerjisini katalizör etkiler.

E) TEPKİME ISISI VE PE DİYAGRAMLARI

Tepkime ısısı;

★ Ürünlerin potansiyel enerjileri toplamı ile girenlerin potansiyel enerjileri toplamı arasındaki farktır.

$$\Delta H = PE_{\text{ürünler}} - PE_{\text{girenler}}$$

★ Kırılan bağların enerjilerinin toplamı ile oluşan bağların enerjileri toplamı arasındaki farktır.

$$\Delta H = \text{Kırılan bağların enerjilerinin toplamı} - \text{Oluşan bağların enerjilerinin toplamı}$$

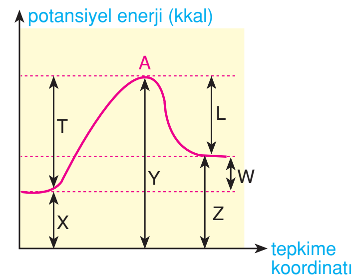
★ İleri tepkimenin aktifleşme enerjisi ile geri tepkimenin aktifleşme enerjisi arasındaki farktır.

$$\Delta H = Ea_i - Ea_g$$

★ Ürünlerin molar oluşma ısılarının toplamı ile girenlerin molar oluşma ısılarının toplamı arasındaki farktır.

$$\Delta H^\circ_T = \Delta H^\circ_{\text{ürünler}} - \Delta H^\circ_{\text{girenler}}$$

Bir tepkimenin çeşitli evrelerindeki potansiyel enerji ve potansiyel enerjideki değişmeleri gösteren grafiklere **potansiyel enerji diyagramları** denir. Düşey koodinat potansiyel enerji değişimini, yatay koordinat ise tepkimenin çeşitli evrelerini içeren tepkime koordinatını gösterir.



X = Girenlerin potansiyel enerjisi

Y = Aktifleşmiş kompleksin potansiyel enerjisi

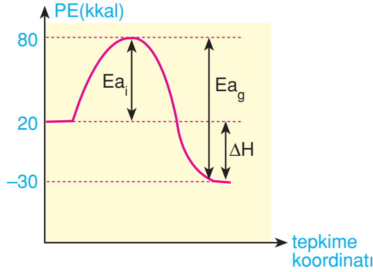
Z = Ürünlerin potansiyel enerjisi

L = Geri tepkimenin aktifleşme enerjisi

W = Tepkime ısısı

T = İleri tepkimenin aktifleşme enerjisi

Ekzotermik tepkimelerde $Ea_i < Ea_g$'dir.



$\Delta H = Ea_i - Ea_g$

$PE_{(giren)} = 20$ kkal

$PE_{(ürün)} = -30$ kkal

$Ea_i = 60$ kkal

$Ea_g = 110$ kkal

$\Delta H = 60 - 110$

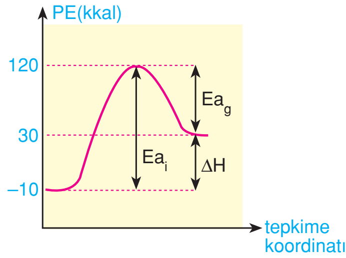
$= -50$ kkal

$\Delta H = PE_{(ürün)} - PE_{(giren)}$

$= -30 - 20$

$= -50$ kkal

Endotermik tepkimelerde $Ea_i > Ea_g$'dir.



$\Delta H = Ea_i - Ea_g$

$PE_{(giren)} = -10$ kkal

$PE_{(giren)} = 30$ kkal

$Ea_i = 130$ kkal

$Ea_g = 90$ kkal

$\Delta H = 130 - 90$

$= 40$ kkal

$\Delta H = PE_{(ürün)} - PE_{(giren)}$

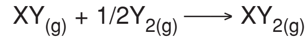
$= 30 - (-10)$

$= 40$ kkal

Aktifleşmiş kompleks teorisinde, iki molekül; aktifleşmiş bir kompleksi oluşturmak ve bir enerji engilini aşmak için yeterli enerji kazandığında ancak bir tepkime meydana gelir. İki molekül birbirine yaklaşır ve karşılaşma anında moleküllerin şekli bozulur. Gaz fazındaki tepkimelerde bu karşılama ve bozulma durumu, çarpışma teorisinin çarpışmasına karşılık gelmektedir. Çözeltilerdeki yaklaşma, çözücü molekülleri arasında zikzak yürüşüyle olmaktadır. Tepkimeye giren moleküllerin karşılaşıp çevrelerindeki çözücü moleküllerin şiddetli vuruşlarına maruz kalması sırasında moleküllerin bozulması oluşabilmektedir. Gazlarda çarpışma, çözeltilerde vuruş aktifleşmiş kompleksin oluşmasına yol açar.

Aktifleşmiş kompleks, enerji engelininin tepe noktasına karşılık gelmektedir.

ÖRNEK



$XY_{(g)} + 1/2Y_{2(g)} \longrightarrow XY_{2(g)}$

tepkimesinin ileri aktifleşme enerjisi 70 kkal'dir.

XY ve XY_2'nin molar oluşma ısıları –24 ve –96 kkal olduğuna göre,

I. Tepkime ısısı $\Delta H = -72$ kkal'dir.

II. Tepkimenin geri aktifleşme enerjisi $Ea_g = 142$ kkal'dir.

III. Oda sıcaklığında XY daha kararlıdır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

1. $2CO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)}$
2 litrelik bir kapta gerçekleşen tepkimede O_2 gazının mol sayısı, 10 dakika içinde 0,66 molden 0,6 mole düşmüştür.
CO gazının tepkime hızı kaç mol/ℓ.s'dir?

A) $2,5.10^{-5}$ B) 5.10^{-5} C) 1.10^{-5}
D) 1.10^{-4} E) 5.10^{-4}

ÇÖZÜM

2. $4NH_{3(g)} + 5O_{2(g)} \longrightarrow 4NO_{(g)} + 6H_2O_{(g)}$
100 saniyede 0,4 mol NH_3 gazının harcandığı tepkimede, $H_2O_{(g)}$'nun oluşma hızı kaç mol/saniyedir?
A) 2.10^{-3} B) $2,4.10^{-3}$ C) 3.10^{-3}
D) 4.10^{-3} E) 6.10^{-3}

ÇÖZÜM

3. $2N_2O_{5(g)} \longrightarrow 4NO_{2(g)} + O_{2(g)}$
N_2O_5'in derişimi 40 saniyede 8.10^{-3}M'dan 2.10^{-3}M'a düştüğüne göre NO_2 ve O_2 gazlarının oluşma hızları kaçar mol/ℓ.s'dir?

	r_{NO_2}	r_{O_2}
A)	$1,5.10^{-4}$	$7,5.10^{-4}$
B)	3.10^{-4}	$7,5.10^{-5}$
C)	$1,5.10^{-5}$	$7,5.10^{-5}$
D)	3.10^{-5}	3.10^{-5}
E)	2.10^{-4}	3.10^{-4}

ÇÖZÜM

4. $H_{2(g)}$ (renksiz) + $I_{2(g)}$ (menekşe) $\longrightarrow$ $2HI_{(g)}$ (renksiz)

Yukarıdaki tepkimenin hızını ölçmek için,
I. Basınç değişimi
II. Renk değişimi
III. İletkenlik değişimi
özelliklerinden hangileri kullanılabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

ÇÖZÜM

5. I. $CH_3COOH_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \longrightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + H_2O_{(s)}$

II. $Mg^{+2}_{(aq)} + C_2O_4^{-2}{}_{(aq)} \longrightarrow MgC_2O_{4(k)}$

III. $CN^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)} \longrightarrow HCN_{(aq)} + H_2O_{(s)}$

Yukarıda verilen tepkimelerden hangilerinin tepkime hızı iletkenlik değişimi gözlenerek ölçülebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D II ve III E) I,II ve III

ÇÖZÜM

6. I. $Fe_2O_{3(k)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2Fe_{(k)} + 3H_2O_{(g)}$

II. $CO_{2(g)} + 2H_2O_{(s)} \longrightarrow CH_{4(g)} + 2O_{2(g)}$

III. $NO_{(g)} + H_{2(g)} \longrightarrow \frac{1}{2} N_{2(g)} + H_2O_{(s)}$

Yukarıdaki tepkimelerin hangilerinde tepkime hızı tepkime sırasında basınç artması ile saptanabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

ÇÖZÜM

7. $4NH_{3(g)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2N_{2(g)} + 6H_2O_{(g)}$
tepkimesinde, belli bir zaman aralığında, N_2 gazının oluşma hızı 3.10^{-3} mol/ℓ.s olduğu saptanıyor.
Bu zaman aralığında NH_3'ün harcanma hızı ve H_2O'nun oluşma hızı kaç mol/ℓ.s'dir?

	NH_3'ün harcanma	H_2O'nun oluşma
A)	3.10^{-3}	6.10^{-3}
B)	6.10^{-3}	4.10^{-3}
C)	6.10^{-3}	6.10^{-3}
D)	6.10^{-3}	9.10^{-3}
E)	3.10^{-3}	$1,2.10^{-3}$

ÇÖZÜM

8. $Mg_{(k)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow Mg^{+2}_{(aq)} + H_{2(g)}$

tepkimesinde 4 dakikada NK'da 448 mililitre H_2 gazı oluşmaktadır.

H^+ iyonlarının harcanma hızı kaç mol/dak'dır?

A) 1 B) 0,1 C) 0,01
D) 0,05 E) 0,005

ESEN YAYINLARI

ÇÖZÜM

9. $Cu^{+2}_{(aq)} + Zn_{(k)} \longrightarrow Cu_{(k)} + Zn^{+2}_{(aq)}$

mavi — renksiz

Yukarıda verilen tepkimenin hızını ölçmek için,

I. Renk değişimini gözlemek,

II. Çözeltinin iletkenlik değişimini gözlemek,

III. Basınç değişimini gözlemek

işlemlerinden hangilerinin yapılması doğru olur?

A) Yalnız I   B) Yalnız II   C) I ve II
D) II ve III   E) I, II ve III

ÇÖZÜM

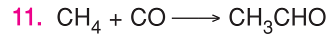
10. 
$2NOCl \longrightarrow 2NO + Cl_2$

Tepkimesinde ileri aktifleşme enerjisi (Ea_i) 23 kkal, geri aktifleşme (Ea_g) 4,6 kkal'dir.

Buna göre, 0,15 mol NOCl'nin bozunması sırasındaki ısı değişimi nedir?

A) +18,4   B) +2,76   C) +2,30
D) +1,38   E) –2,76

ÇÖZÜM

11. 
$CH_4 + CO \longrightarrow CH_3CHO$

tepkimesi için ileri aktifleşme enerjisi 49,9 kkal, geri aktifleşme enerjisi 45,4 kkal'dir.

4 gram CH_4 gazının yeterli miktarda CO ile tepkimesi sırasındaki ısı değişimi kaç kkal'dır?

(C = 12, H = 1)

A) +1,125   B) +2,25   C) +4,5
D) +1,35   E) +12,475

ÇÖZÜM

1. $C_2H_{4(g)} + Br_{2(s)} \longrightarrow C_2H_4Br_{2(g)}$
koyu kahverengi — renksiz

Yukarıda verilen tepkimenin hızını ölçmek için,

I. Basınç değişiminin ölçülmesi,

II. Renk değişiminin ölçülmesi,

III. İletkenlik değişiminin ölçülmesi

işlemlemlerinden hangilerinin yapılması doğru olur?

2. $Mg_{(k)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow Mg^{+2}_{(aq)} + H_{2(g)}$
tepkimesinde 1200 saniyede 0,06 g $Mg_{(k)}$ harcanıyor. **Buna göre,**

a) H^+ iyonlarının tepkimeye girme hızı kaç mol/dakika olur? (Mg = 24)

b) H_2 gazının açığa çıkma hızı NK'da kaç litre/dakikadır?

3. $X_{(k)} + H_2O_{(s)} \longrightarrow XOH_{(k)} + 1/2H_{2(g)}$
$H_2O_{(s)}$ ve $XOH_{(k)}$'ın molar oluşma ısıları sırasıyla –68 ve +50 kkal'dir. Tepkimenin ileri aktifleşme enerjisi 140 kkal'dır. **Buna göre,**

a) Tepkime ısısı kaç kkal'dir?

b) Geri tepkimenin aktifleşme enerjisi kaç kkal'dir?

4. $PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow PCl_{5(g)}$
Tepkimesinin hızı,

I. Toplam kütledeki değişme

II. PCl_3'ün kısmi basıncının azalması

III. Toplam basınçtaki değişme

hangilerinin gözlenmesi ile izlenemez?

5. $2NO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{2(g)}$
tepkimesindeki maddelerden NO ve NO_2'nin molar oluşma ısıları sırasıyla +21,6 ve +7,9 kkal'dir. **Tepkimenin ileri aktifleşme enerjisi 4,5 kkal ise geri tepkimenin aktifleşme enerjisi kaç kkal'dir?**

6. I. $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$

II. $CO_{2(g)} + H_{2(g)} \longrightarrow CO_{(g)} + H_2O_{(g)}$

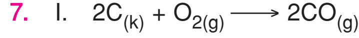
III. $CH_{4(g)} + CO_{(g)} \longrightarrow CH_3CHO_{(g)}$

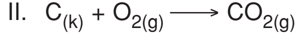
IV. $4N_{2(g)} + 3O_2 \longrightarrow 2N_{2(g)} + 6H_2O_{(g)}$

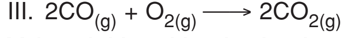
Yukarıda verilen tepkimeler için,

a) Hangilerinde basıncın artması izlenerek tepkime hızı ölçülebilir?

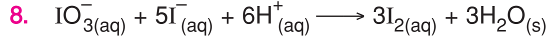
b) Hangilerinde basıncın azalması izlenerek tepkime hızı ölçülebilir?

7. I. 
$2C_{(k)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{(g)}$

II. 
$C_{(k)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$

III. 
$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)}$

Yukarıdaki tepkimelerden hangilerinin hızı sabit hacim ve sıcaklıkta basıncın zamanla artışı izlenerek ölçülebilir?

8. 
$IO^-_{3(aq)} + 5I^-_{(aq)} + 6H^+_{(aq)} \longrightarrow 3I_{2(aq)} + 3H_2O_{(s)}$

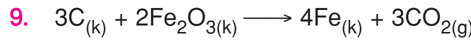
Tepkimesinin hızını ölçmek için,

I. İletkenlik değişimi

II. pH değişimi

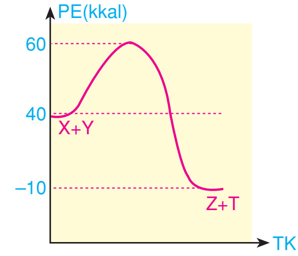
III. Basınç değişimi

özelliklerinden hangileri kullanılabilir?

9. 
$3C_{(k)} + 2Fe_2O_{3(k)} \longrightarrow 4Fe_{(k)} + 3CO_{2(g)}$

tepkimesinde 1200 saniyede 0,72 g karbon harcanıyor. **Buna göre CO_2 gazının oluşma hızı kaç mol/dak'dır?** (C = 12)

10.




$X_{(g)} + Y_{(g)} \longrightarrow Z_{(g)} + T_{(g)}$

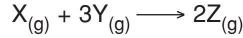
tepkimesinin potansiyel enerji-tepkime koordinatı grafiği verilmiştir. **Buna göre,**

a) Tepkime ısısı kaç kkal'dir?

b) İleri tepkimenin aktifleşme enerjisi kaç kkal'dir?

c) Geri tepkimenin aktifleşme enerjisi kaç kkal'dir?

11. 250 ml'lik bir kapta sabit sıcaklıkta 1 mol X ve 2 mol Y ile gerçekleştirilen;

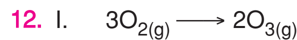

$X_{(g)} + 3Y_{(g)} \longrightarrow 2Z_{(g)}$

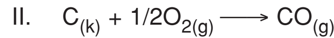
tepkimesinde ilk 150 saniye sonunda kapta Z derişimi 4 mol/litre olmaktadır. **Bu durumda;**

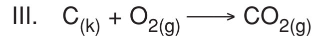
a) Kaptaki X gazı kaç moldür?

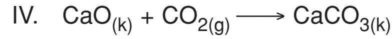
b) Kaptaki Y gazının derişimi kaç mol/litre'dir?

c) Z'nin oluşma hızı kaç mol/ℓ.dak'dır?

12. I. 
$3O_{2(g)} \longrightarrow 2O_{3(g)}$

II. 
$C_{(k)} + 1/2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{(g)}$

III. 
$C_{(k)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$

IV. 
$CaO_{(k)} + CO_{2(g)} \longrightarrow CaCO_{3(k)}$

Sabit hacim ve sıcaklıkta gerçekleşen yukarıdaki tepkimelerden hangilerinin tepkime hızı basıncın zamanla azalması izlenerek ölçülebilir?

REAKSİYON HIZININ BAĞLI OLDUĞU ETKENLER

A) TEK BASAMAKLI TEPKİMELER

B) ÇOK BASAMAKLI TEPKİMELER

C) REAKSİYON HIZINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Sağlıklı olma, birçok tepkime arasındaki dengeyi temsil eder. Kimyasal tepkimelerin hızı biyoloji ve tıp açısından da önemli olmuştur. Hastalıklar çoğunlukla, biyolojik açıdan önemli olan tepkimelerin hızlarının değişmesinin bir göstergesidir. Vücudumuzda binlerce kimyasal tepkime belli bir düzen içerisinde gerçekleşmektedir. Bu tepkimeler ve tepkime hızları kontrol altındadır.

Vücudumuz ve çevremizde gerçekleşen tepkimeleri ve tepkime hızlarını bilmek önemlidir. Günlük yaşantımızın her evresinde kimyasal tepkimelerin ne kadar sürede gerçekleştiğini bilmek, kontrol etmek, hızlandırmak veya yavaşlatmak önemlidir.

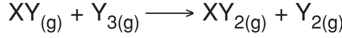
Yakacakların hangi ortamda tepkime verip, vermiyeceklerini bilmek, güvenli ortamda saklamak veya gerektiğinde kullanmak önemli bir olgudur. Bu örnekler çoğaltılabilir. Tepkime hızlarını bilmek, gerektiğinde hızlandırmak veya gerektiğinde yavaşlatmak endüstriyel topluluğun sürekli hedefleri arasındadır.

2. BÖLÜM

REAKSİYON HIZININ BAĞLI OLDUĞU ETKENLER

A) TEK BASAMAKLI TEPKİMELER

Basit tepkimeler tek bir adımda gerçekleşebilir. Bu durumda hız denklemindeki maddelerin üsleri ile tepkime denklemindeki girenlerin katsayıları aynıdır.


$$XY_{(g)} + Y_{3(g)} \longrightarrow XY_{2(g)} + Y_{2(g)}$$

tepkimesinin hız denklemi

$r = k[XY][Y_3]$ dir.

Bu örnekte XY'nin katsayısı ile [XY]'nin dereceleri aynıdır. Y_3'ün katsayısı ile $[Y_3]$'nin derecesi aynıdır. Bu tepkime tek bir basamaktan oluşmaktadır.

Hız ifadesinde yer alan tepkimeye girenlerin derişimleri ile tepkime hızı arasındaki orantı sabitidir ve hız sabiti olarak adlandırılır.

Tepkime hızını, hız sabiti ve girenlerin derişimlerine bağlayan bağıntı **hız yasası** olarak bilinir. Tepkimeye girenlerin derişimleri ve başlangıç hızını kullanarak hız sabitini hesaplayabiliriz.

$$r = k.[\text{girenlerin derişimi}]$$

$$k = \frac{r}{[\text{Girenlerin derişimi}]}$$

hız yasası şöyledir;


$$aA_{(g)} + bB_{(g)} \longrightarrow cC_{(g)} + dD_{(g)}$$

$$r = k[A]^a[B]^b$$

Basit tepkimeler ya tek bir molekülün parçalandığı, bir moleküllü, ya da iki molekülün çarpıştığı iki moleküllü tepkimelerdir. Üç molekülünün aynı anda çarpıştığı, üç moleküllü tek basamaklı tepkimelere pek rastlanamaz.

Bir tek basamaklı tepkimede hız yasasında derişimlerin üstleri, denkleştirilmiş kimyasal tepkimedeki katsayılar ile aynıdır.


$$aA_{(g)} + bB_{(g)} \longrightarrow cC_{(g)} + dD_{(g)}$$

$$r = k[A]^x\,[B]^y$$

$x = a$ ve $y = b$ olur.

Tepkimenin toplam derecesi, tüm üslerin toplamıdır. **Tepkimenin derecesi; $x + y$** dir. Kimyasal tepkimeler derecesine bağlı olarak sıfırıncı, birinci, ikinci veya üçüncü dereceden tepkimeler şeklinde kendi içinde gruplandırılırlar. Tepkime derecesi 1/2, 3/2, 5/2 değerler alabilsede derecesi üçten büyük tepkimelere rastlanmamıştır. Bunun nedeni üç ya da daha fazla sayıda molekülün aynı anda bir araya gelerek etkin bir şekilde çarpışma ihtimalinin olmamasıdır.

Üç molekülü tepkimelerin bir basamaklı olmasına pek rastlanmaz. Bu tür tepkimelerin çoğu bir seri temel tepkime üzerinden gerçekleşir. Bir temel tepkimenin molekülaritesi, bu adımda yer alan tepkimeye giren türlerin sayısını ifade eder.

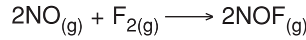

$$NO_{2(g)} + NO_{2(g)} \longrightarrow NO_{(g)} + NO_{3(g)}$$

tepkimesinin molekülaritesi; iki moleküllüdür.

B) ÇOK BASAMAKLI TEPKİMELER

1. Tepkime Mekanizması

Bir tepkimede çarpışması gereken molekül sayısı ikiden fazla ise tepkime bir adımda gerçekleşmez. Tepkimedeki girenlerin katsayıları ile tepkimenin hız denklemi farklıdır.


$$2NO_{(g)} + F_{2(g)} \longrightarrow 2NOF_{(g)}$$

tepkimesinin hız denklemi,

$r = k[NO][F_2]$ dir. Bu örnekte görüldüğü gibi NO'nun katsayısı ile [NO]'nun derecesi aynı değildir. Bu tepkime tek bir adımda oluşmamaktadır.

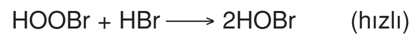
Bir tepkimenin oluştuğu basit adımların tümüne tepkime mekanizması denir.

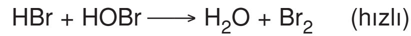
Tepkime mekanizması bir kimyasal tepkimenin ayrıntılarını gösteren tek basamaklı basit tepkimelerden oluşan tepkimeler dizisidir.

- Mekanizma net tepkimenin stokiyometrisi ile bağdaşmalıdır.
- Mekanizma deneysel olarak bulunan hız yasası ile uyum içinde olmalıdır.

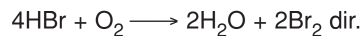
Bir tepkimedeki basit adımların hızları farklı olur.


$HBr + O_2 \longrightarrow HOOBr$ (yavaş)


$HOOBr + HBr \longrightarrow 2HOBr$ (hızlı)


$HBr + HOBr \longrightarrow H_2O + Br_2$ (hızlı)

Yukarıda mekanizması verilen tepkimenin denklemi,


$4HBr + O_2 \longrightarrow 2H_2O + 2Br_2$ dir.

Bu tepkime tek bir basamakta gerçekleşseydi, tepkime hızının denklemi,

$$r = k[HBr]^4[O_2]$$

olarak yazılırdı.

Ancak, bu tepkimenin hız denklemi;

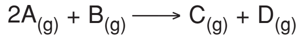
$r = k[HBr][O_2]$ dir.

Bunun nedeni ise, tepkime hızının denkleminin yavaş adım tarafından belirlenmesidir.

Tek bir adımda gerçekleşmeyen ve bir mekanizması bulunan tepkimeler için özetlenirse;

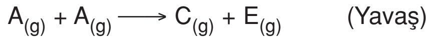
Tepkime mekanizması en az iki basit adım (basamak) dan oluşur.

Mekanizmadaki adımların hızları farklı olur. Bir tane en yavaş adım bulunur. Bir tek basit basamaktan daha fazla basamak üzerinden yürüyen tepkimelerin hızları, hızı belirleyen basamak olarak adlandırılan en yavaş basamak tarafından belirlenir. Net tepkimenin hız denklemi yavaş adım tepkime denklemine göre yazılır. Tepkimenin hızı, en yavaş adımın hızına eşittir. Tepkimenin hız denklemi yavaş adımdaki maddelerin katsayılarına göre yazılır.

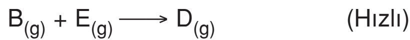


$2A_{(g)} + B_{(g)} \longrightarrow C_{(g)} + D_{(g)}$

tepkimesinin, tepkime mekanizması aşağıda veriliyor.



$A_{(g)} + A_{(g)} \longrightarrow C_{(g)} + E_{(g)}$ (Yavaş)



$B_{(g)} + E_{(g)} \longrightarrow D_{(g)}$ (Hızlı)

Mekanizmadaki I. adım, II. adıma göre yavaştır. Tepkimenin hız denklemi yavaş basamaktaki girenlerin katsayılarına göre yazılır.

$r = k[A][A]$

$= k[A]^2$ dir.

Hız denkleminde kullanılan k sabitine **hız sabiti** denir. Hız sabitini;

- ★ Sıcaklık etkiler. Sıcaklık arttıkça k artar.
- ★ Katalizör etkiler.
- ★ Tepkimenin cinsine bağlıdır.
- ★ Derişim, basınç ve hacim değişimi etkilemez.
- ★ Heterojen tepkimelerde temas yüzeyinin değiştirilmesi hız sabitini değiştirir.

2. Hız Denklemi ve Dereceleri

Bir tepkimenin denkleminin bilinmesi, hız denklemini yazmak için yeterli değildir. Hız denklemini, yavaş adımı ve k sabitini belirlemek için sabit sıcaklıkta farklı derişimlerle deneyler yapılır. Farklı derişimlerin tepkime hızına etkisi belirlenerek hız denklemi belirlenir.

Bir çok tepkime belirli bir maddenin derecesine göre sınıflandırılabilmektedir. Hız denkleminde bir maddenin üssü o maddenin derecesi olarak bilinmekte ve toplam derece, tek tek derecelerin toplamı olarak alınmaktadır. Tepkimenin hız denklemi;

$k[A]^a [B]^b$ ise

tepkimenin, A'ya göre derecesi a ve B'ye göre b dir.

Tepkimenin toplam derecesi ise;

toplam derece : $(a + b)$ dir.

Bir tepkimenin hız ifadesi;

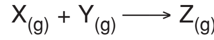
$r = k [BrO_3^-] [Br^-] [H^+]^2$ dir.

tepkimenin toplam derecesi;

$a + b + c = 1 + 1 + 2$

$= 4$

ÖRNEK



$X_{(g)} + Y_{(g)} \longrightarrow Z_{(g)}$

tepkimesinde farklı derişimlerle yapılan deneylerin sonuçları aşağıda verilmiştir.

Deney	[X]	[Y]	[Z]'nin oluşma hızı
1	0,1	0,1	$2,5.10^{-2}$
2	0,1	0,2	0,1
3	0,2	0,2	0,2
4	0,4	0,4	1,6

Buna göre, hız denklemi aşağıdakilerden hangisidir?

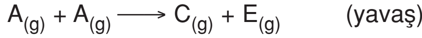
A) $k[X][Y]$ B) $k[X]^2[Y]$ C) $k[X][Y]^2$
D) $k[Y]^2$ E) $k[X]^2[Y]^2$

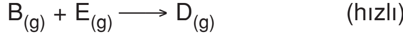
ÇÖZÜM

3. Ara ürün ve katalizör

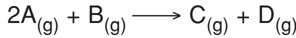
Bir tepkimenin mekanizmasında; bir adımda oluşan, daha sonraki adımda tepkimeye giren ve kalıcı olmayan maddelere **ara ürün** denir.

Ara ürünler tepkime mekanizmasındaki denklemlerde yer alır. Ancak, net tepkimede yer almaz.


$A_{(g)} + A_{(g)} \longrightarrow C_{(g)} + E_{(g)}$ (yavaş)


$B_{(g)} + E_{(g)} \longrightarrow D_{(g)}$ (hızlı)

Mekanizması yukarıda verilen


$2A_{(g)} + B_{(g)} \longrightarrow C_{(g)} + D_{(g)}$

tepkimesinde;

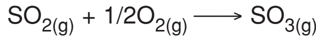
A ve B girenleri oluşturmaktadır.
C ve D ürünleridir.
E ise ara üründür.

Katalizör, tepkimeye giren, tepkime hızını değiştiren ve tepkime sonunda değişikliğe uğramadan çıkan maddelerdir. Tepkime denkleminde yer almayan katalizör mekanizmadaki adımları oluşturan tepkime denklemlerinde yer alır.


$SO_2 + NO_2 \longrightarrow SO_3 + NO$ (yavaş)


$NO + 1/2O_2 \longrightarrow NO_2$ (hızlı)

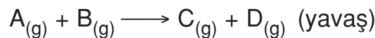
Mekanizması yukarıda verilen

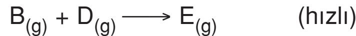

$SO_{2(g)} + 1/2O_{2(g)} \longrightarrow SO_{3(g)}$

tepkimesinde; tepkimeye giren maddeler SO_2 ve O_2'dir.

Ürün SO_3'tür.
Ara ürün NO'dur.
Katalizör ise NO_2'dir.

ÖRNEK


$A_{(g)} + B_{(g)} \longrightarrow C_{(g)} + D_{(g)}$ (yavaş)


$B_{(g)} + D_{(g)} \longrightarrow E_{(g)}$ (hızlı)

Mekanizması yukarıda verilen,


$A_{(g)} + 2B_{(g)} \longrightarrow C_{(g)} + E_{(g)}$

tepkimesi için;

I. Hız denklemi $k[A][B]^2$ dir.
II. D ara üründür.
III. C katalizördür.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

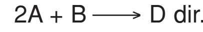
ÇÖZÜM

ÖRNEK


$A + B \longrightarrow C + D$ (yavaş)


$A + C \longrightarrow B$ (hızlı)

Mekanizması yukarıda verilen tepkime için,

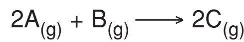
I. Toplu tepkime;

$2A + B \longrightarrow D$ dir.
II. Ara ürün C'dir.
II. Katalizör B'dir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

ÖRNEK


$2A_{(g)} + B_{(g)} \longrightarrow 2C_{(g)}$

tepkimesi için belli bir sıcaklıkta yapılan deneylerden aşağıdaki sonuçlar alınmıştır.

Deney	[A]	[B]	Başlangıç hızı mol/l.s
1	0,1	0,01	6.10^{-3}
2	0,2	0,01	$1,2.10^{-2}$
3	0,2	0,02	$2,4.10^{-2}$

Buna göre,

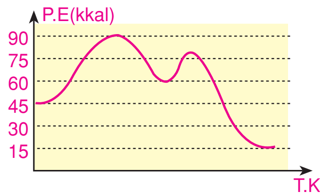
I. Mekanizması en az iki basamaklıdır.
II. Hız denklemi k[A][B]'dir.
III. Hız sabiti k = 6'dır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

ÖRNEK



Potansiyel enerji değişimi grafikteki gibi olan tepkime için,

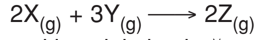
I. Tepkime ekzotermiktir.
II. Tepkime iki basamaklıdır.
III. Katalizör kullanılırsa I. adımın aktifleşme enerjisini düşürür.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

ÖRNEK

$2X_{(g)} + 3Y_{(g)}$  $2Z_{(g)}$

tepkimesinin hız bağıntısını belirlemek için sabit sıcaklıkta farklı derişimlerle yapılan deneylerin sonuçları;

Deney	[X]	[Y]	Tepkime hızı mol/ℓ.s
1	0,1	0,04	2
2	0,2	0,01	4
3	0,4	0,01	16

olduğuna göre,

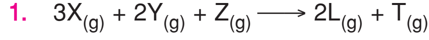
I. Tepkimenin hız bağıntısı $k[X]^2[Y]^{1/2}$ dir.
II. Tepkime mekanizması en az iki basamaklıdır.
III. [X] = 0,2M, [Y] = 0,04M olduğunda tepkime hızı 8 mol/l.s olur.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

ESEN YAYINLARI

1. 
$3X_{(g)} + 2Y_{(g)} + Z_{(g)} \longrightarrow 2L_{(g)} + T_{(g)}$

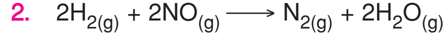
şeklindeki gaz tepkimesinde mekanizmayı belirlemek için yapılan deneyler ve tepkimenin hızları aşağıdaki gibidir.

Deney	[X]	[Y]	[Z]	Tepkime hızı mol/l.s
1	0,2	0,1	0,01	2.10^{-8}
2	0,2	0,2	0,01	8.10^{-8}
3	0,1	0,1	0,01	1.10^{-8}
4	0,1	0,1	0,02	1.10^{-8}

Buna göre, tepkime mekanizmasının en yavaş adımı nedir?

A) $2Y + X + Z \longrightarrow$
B) $2X + Z \longrightarrow$
C) $2Y + X \longrightarrow$
D) $2Y + 2X + Z \longrightarrow$
E) $2Y + X + 2Z \longrightarrow$

ÇÖZÜM

2. 
$2H_{2(g)} + 2NO_{(g)} \longrightarrow N_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$

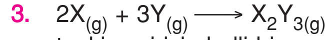
tepkimesinin hız denklemi;

$r = k[NO]^2[H_2]$

şeklinde olduğuna göre, **sabit sıcaklıkta tepkime kabının hacim 1/3'üne kadar sıkıştırıldığında tepkime hızı bundan nasıl etkilenir?**

A) 3 katına çıkar.
B) 1/3'üne iner.
C) 9 katına çıkar.
D) Değişmez.
E) 27 katına çıkar.

ÇÖZÜM

3. 
$2X_{(g)} + 3Y_{(g)} \longrightarrow X_2Y_{3(g)}$

tepkimesi için belli bir sıcaklıkta farklı derişimlerle deneyler yapılarak aşağıdaki veriler elde ediliyor.

Deney	[X]	[Y]	Tepkime hızı mol/l.s
1	0,1	0,1	1.10^{-4}
2	0,2	0,2	4.10^{-4}
3	0,4	0,2	4.10^{-4}

Buna göre, tepkimenin hız sabiti aşağıdakilerden hangisidir?

A) 0,001
B) 0,01
C) 0,03
D) 0,04
E) 0,05

ÇÖZÜM

4. $NO_{(g)} + 1/2O_{2(g)} \longrightarrow NO_{2(g)}$
$SO_{2(g)} + NO_{2(g)} \longrightarrow SO_{3(g)} + NO_{(g)}$
şeklinde mekanizma adımları verilen tepkimede ara ürün ve katalizör aşağıdakilerden hangisidir?

	Ara ürün	Katalizör
A)	NO_2	SO_2
B)	NO	SO_3
C)	NO_2	NO
D)	SO_2	NO
E)	NO	NO_2

ÇÖZÜM

5. $CO_{(g)} + NO_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + NO_{(g)}$
Tepkimesi için ileri aktifleşme enerjisi 32 kkal'dir. Tepkimenin geri aktifleşme enerjisi ise 85 kkal'dir. **0,1 mol NO oluşumu sırasında ısı değişimi kaç kkal'dir?**

A) 11,7 B) –10,6 C) +10,6
D) –5,3 E) +5,3

ÇÖZÜM

6. $Mg_{(k)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow MgCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$
tepkimesinde NK'da 4,48 litre H_2 gazı 40 saniyede elde edildiğine göre, **HCl'nin harcanma hızı kaç mol/s'dir?**

A) 10^{-1} B) 2.10^{-1} C) 4.10^{-1}
D) 5.10^{-2} E) 1.10^{-2}

ÇÖZÜM

7. $2X_{(g)} + 3Y_{(g)} \longrightarrow Z_{(g)}$
tepkimesi için yapılan deney sonuçları aşağıdaki gibidir.

Deney	[X]	[Y]	Tepkime hızı mol/l.s
1	0,01	0,01	1.10^{-4}
2	0,02	0,02	8.10^{-4}
3	0,01	0,02	4.10^{-4}

Bu sonuçlara göre, tepkimenin hız sabitinin sayısal değeri nedir?

A) 100 B) 50 C) 10 D) 0,1 E) 0,01

ÇÖZÜM

ESEN YAYINLARI

8. I. $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$

II. $S_{(k)} + O_{2(g)} \longrightarrow SO_{2(g)}$

III. $H_{2(g)} + 1/2\ O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(g)}$

Yukarıdaki tepkimelerden hangilerinin hızı basınç değişimi ile ölçülemez?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

9. $A_{(g)} + 2B_{(g)} \longrightarrow 3C_{(g)}$

tepkimesi tek basamakta oluşmaktadır. Bu tepkimenin t °C'deki hızı 2.10^{-4} mol/ℓ.s'dir.

Aynı sıcaklıkta B ve C'nin tepkime hızları ne olur?

	r_B	r_C
A)	2.10^{-3}	4.10^{-4}
B)	4.10^{-4}	4.10^{-4}
C)	4.10^{-4}	6.10^{-4}
D)	6.10^{-4}	6.10^{-4}
E)	6.10^{-4}	4.10^{-4}

ÇÖZÜM

10. $X_{(k)} + YZ_{2(g)} \longrightarrow XZ_{2(g)} + 1/2Y_{2(g)}$

Yukarıdaki tepkimenin ileri aktifleşme enerjisi 25, geri aktifleşme enerjisi 60 kkal'dir.

YZ_2'nin molar oluşma ısısı 12 kkal ise XZ_2'nin molar oluşma ısısı kaç kkal'dir?

A) –23 B) 23 C) 47 D) –46 E) –35

ÇÖZÜM

11. $XO_{2(g)} \longrightarrow XO_{(g)} + 1/2O_{2(g)}$

tepkimesinde XO_2'nin derişimi 600 saniyede 0,05 molardan 0,04 molara düştüğüne göre, O_2 gazının oluşma hızı kaç mol/ℓ. dak'dır?

A) 1.10^{-3} B) 5.10^{-3} C) 1.10^{-4}
D) 5.10^{-4} E) 2.10^{-4}

ÇÖZÜM

12.

	Tepkime denklemi	Hız denklemi
I.	$A_2 + 2B_2 \longrightarrow 2AB_2$	$r = k[A_2][B_2]$
II.	$2A_2 + C_2 \longrightarrow 2A_2C$	$r = k[A_2]^2$
III.	$A_2 + D_2 \longrightarrow 2AD$	$r = k[A_2][D_2]$

Hız denklemleri verilen yukarıdaki tepkimelerden hangileri kesinlikle çok basamaklıdır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

ÇÖZÜM

13. $3A_{(g)} + 2B_{(g)} + C_{(g)} \longrightarrow 2D_{(g)} + E_{(g)}$

tepkimesinde, tepkime mekanizmasındaki yavaş adım denklemini belirlemek için yapılan deneylerin sonuçları aşağıda verilmiştir.

Deney	[A]	[B]	[C]	Tepkime hızı mol/l.s
1	0,1	0,1	0,1	4.10^{-3}
2	0,1	0,2	0,1	8.10^{-3}
3	0,2	0,2	0,1	$3{,}2.10^{-2}$
4	0,2	0,1	0,4	$1{,}6.10^{-2}$

Buna göre tepkimenin hız sabiti kaçtır?

A) 2 B) 4 C) 2.10^2 D) 4.10^2 E) 8.10^{-2}

ÇÖZÜM

14. $A_{(g)} + 3B_{(g)} \longrightarrow C_{(g)} + D_{(g)}$

tepkime mekanizması,





şeklinde olduğuna göre, **tepkime kabının hacmi yarıya düşürüldüğünde tepkime hızı nasıl değişir?**

A) $\frac{1}{8}$'e düşer B) $\frac{1}{4}$'e düşer.
C) 4 katına çıkar D) 8 katına çıkar.
E) 16 katına çıkar.

ÇÖZÜM

1. $2XY_{(g)} + 3Y_{(g)} \longrightarrow 2Z_{(g)}$
tepkimesi için aşağıdaki deneyler yapılmıştır.

Deney	[XY]	[Y]	Tepkime hızı mol/l.s
1	0,2	0,1	4.10^{-4}
2	0,2	0,05	1.10^{-4}
3	0,4	0,1	8.10^{-4}

Buna göre,

a) Hız denklemi nedir?

b) XY'nin derişimi 2 katına çıkarılırsa tepkime hızı nasıl değişir?

c) Kabın hacmi yarıya indirilirse tepkime hızı nasıl etkilenir?

2. $2XY_{2(g)} + Z_{2(g)} \longrightarrow 2XY_2Z_{(g)}$
Tepkimesi için sabit sıcaklıkta yapılan deney sonuçları aşağıda verilmiştir.

Deney	$[XY_2]$	$[Z_2]$	Tepkime hızı mol/l.s
1	0,02	0,01	4.10^{-3}
2	0,02	0,02	8.10^{-3}
3	0,06	0,04	$4{,}8.10^{-2}$

Buna göre,

a) Hız denklemi nedir?

b) $|XY_2| = 0{,}4M$, $[Z_2] = 0{,}01M$ iken XY_2Z'nin oluşma hızı kaç mol/ℓ.s olur?

3. $2A_{(g)} + 3B_{(g)} + C_{(g)} \longrightarrow 3D_{(g)} + E_{(g)}$
Tepkimesinin hız ile ilgili aşağıdaki bilgiler veriliyor.

- A ve B derişimleri sabitken C derişimi 2 katına çıkarıldığında hız 2 katına çıkıyor.
- A derişimi sabitken B ve C derişimleri 3'er katına çıkarıldığında hız 3 katına çıkıyor.
- B derişimi sabitken A ve C derişimleri 2'şer katına çıkarıldığında hız 8 katına çıkıyor.

Buna göre,

a) Hız denklemi nedir?

b) Tepkimenin derecesi nedir?

4. $3X_{(g)} + Y_{(g)} + 2Z_{(g)} \longrightarrow T_{(g)} + 2L_{(g)}$
tepkimesi için sabit sıcaklıkta farklı derişimlerle yapılan deneylerin sonuçları aşağıda verilmiştir.

Deney	[X]	[Y]	[Z]	Tepkime hızı mol/l.s
1	0,001	0,1	0,02	$1{,}2.10^{-4}$
2	0,002	0,1	0,02	$2{,}4.10^{-4}$
3	0,004	0,2	0,02	$19{,}2.10^{-4}$
4	0,006	0,1	0,06	$7{,}2.10^{-4}$

Buna göre,

a) Tepkime hızının denklemi nedir?

b) Tepkimenin hız sabiti kaçtır?

5. $X_{(g)} + 3Y_{(g)} + 2Z_{(g)} \longrightarrow T_{(g)} + 2L_{(g)}$
tepkimesi için sabit sıcaklıkta yapılan deneylerin sonuçları aşağıda verilmiştir.

Deney	[X]	[Y]	[Z]	Tepkime hızı mol/l.s
1	0,1	0,1	0,1	0,1
2	0,2	0,2	0,4	1,6
3	0,4	0,3	0,2	1,8

Buna göre,

a) Tepkimenin hız denklemi nedir?

b) Tepkimenin hız sabiti kaçtır?

6. $2X_{2(g)} + Y_{2(g)} \longrightarrow 2X_2Y_{(g)}$
tepkimesinin hız bağıntısı $k[X_2][Y_2]$ dir. **Yavaş adımda oluşan ürün $XY_{(g)}$ olduğuna göre,**

a) Tepkimenin yavaş adım denklemi nedir?

b) Tepkime mekanizması nedir?

7. $H_2O_2 + I^- \longrightarrow H_2O + IO^-$ (Yavaş)
$IO^- + H_3O^+ \longrightarrow HIO + H_2O$ (Hızlı)
$HIO + H_3O^+ + I^- \longrightarrow 2H_2O + I_2$ (Hızlı)

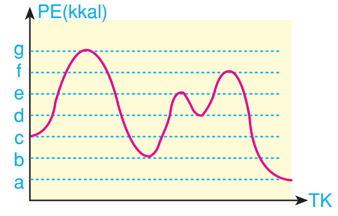
Mekanizmasındaki adımların denklemleri yukarıda verilen tepkime için,

a) Tepkime denklemi nedir?

b) Tepkimenin hız denklemi nedir?

c) Maddelerden hangileri ara üründür?

8. **Potansiyel enerji-tepkime koordinatı değişimi grafikte verilen tepkime için,**

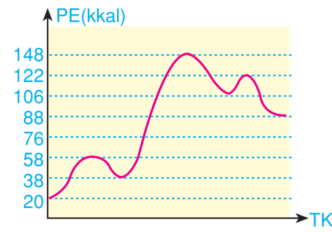


a) Tepkimenin mekanizması kaç basamaklıdır?

b) Tepkimenin hızını belirleyen basamak hangisidir?

c) Tepkime ısısı kaç kkal'dır?

9.



Bir tepkimenin potansiyel enerji tepkimesine koordinatı grafiği veriliyor. **Buna göre,**

a) Tepkime mekanizmasındaki yavaş adım hangisidir?

b) Tepkime hızını belirleyen basamağın, aktifleşme enerjisi kaç kkal'dir?

c) Adımların hızları arasındaki ilişki nedir?

10. $3X_{(g)} + Y_{(g)} \rightarrow 2Z_{(g)}$
tepkimesinin hız bağıntısını belirlemek için yapılan deneylerin sonuçları aşağıdaki gibidir.

Deney	[X]	[Y]	Tepkime hızı mol/l.s
1	0,1	0,2	0,12
2	0,2	0,2	0,24
3	0,4	0,4	0,96

Buna göre,

a) Tepkime mekanizmasındaki yavaş adım denklemi nedir?

b) Tepkimenin hız sabiti kaçtır?

C. REAKSİYON HIZINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Tepkime hızına etki eden faktörler şunlardır;

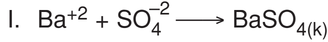
1. Maddenin türü
2. Derişim
3. Sıcaklık
4. Katalizör
5. Temas yüzeyi

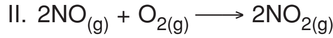
1. Tepkimeye Giren Maddelerin Türü

Deneyler tepkime hızının, tepkimeye giren maddelerin özellikleri ile ilgili olduğunu göstermektedir.

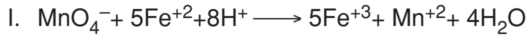
Bir kimyasal tepkimede bağlar kırılır ve yeniden bağlar oluşur. Kırılan bağların az ya da çok olması tepkime hızını belirler. Çarpışması gereken molekül sayısı arttıkça (tepkimeye giren bileşiklerin katsayıları toplamı) kırılması gereken bağ sayısı artar. Bu tür tepkimelerin hızı daha düşük olur.

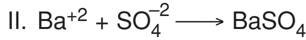
★ Bağ düzeninde değişiklik gerektirmeyen tepkimeler, bağ düzeni gerektiren tepkimelerden daha hızlı yürür.


I. $Ba^{+2} + SO_4^{-2} \longrightarrow BaSO_{4(k)}$


II. $2NO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{2(g)}$

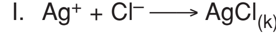
Yukarıda verilen tepkimelerin hızları karşılaştırılırsa $r_1 > r_2$ olur. I. de bağ düzeni değişmiyor. Böyle bir karşılaştırma yapmak için çarpışması gereken tanecik sayısı eşit veya yakın olmalıdır.

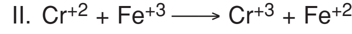

I. $MnO_4^- + 5Fe^{+2} + 8H^+ \longrightarrow 5Fe^{+3} + Mn^{+2} + 4H_2O$


II. $Ba^{+2} + SO_4^{-2} \longrightarrow BaSO_4$

Yukarıda verilen tepkimelerin hızları karşılaştırılırsa $r_2 > r_1$ olur. I. de girenlerin mol sayılarının fazla olması I. tepkimenin II. tepkimeye göre daha yavaş olmasını sağlamaktadır.

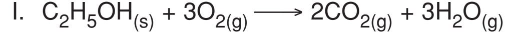
★ Aynı sayıda iyonların çarpışması ile oluşan tepkimelerden zıt yüklü basit iyonlar arasındaki tepkimeler yükleri aynı olan basit iyonlar arasındaki tepkimelerden hızlıdır.

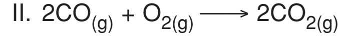

I. $Ag^+ + Cl^- \longrightarrow AgCl_{(k)}$


II. $Cr^{+2} + Fe^{+3} \longrightarrow Cr^{+3} + Fe^{+2}$

Yukarıda verilen tepkimelerin hızları karşılaştırılırsa, $r_1 > r_2$ olur.

★ Çok sayıda kimyasal bağların kopması ve yeni bağların oluşmasını gerektiren tepkimelerin hızları, daha az sayıda kimyasal bağın kopmasını gerektiren tepkimelerin hızlarından daha yavaş olur.

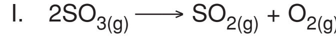

I. $C_2H_5OH_{(s)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(g)}$

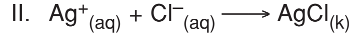

II. $2CO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)}$

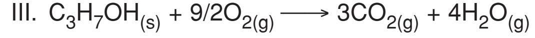

III. $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow 2HCl_{(aq)}$

Yukarıda verilen tepkimelerin hızları karşılaştırılırsa $r_1 < r_2 < r_3$ olur.

ÖRNEK


I. $2SO_{3(g)} \longrightarrow SO_{2(g)} + O_{2(g)}$


II. $Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} \longrightarrow AgCl_{(k)}$


III. $C_3H_7OH_{(s)} + 9/2O_{2(g)} \longrightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(g)}$

Tepkimelerinin oda koşullarındaki hızları arasında nasıl bir ilişki vardır?

A) I > II > III B) II > I > III C) I > III > II
D) II > III > I E) III > I > II

ÇÖZÜM

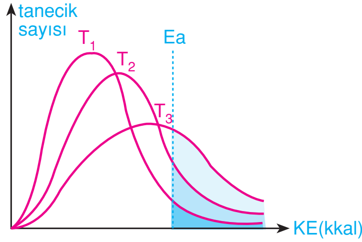
2. Sıcaklık Etkisi

Sıcaklık artırıldığında;

a) Taneciklerin ortalama kinetik enerjisi artar. Aktifleşme enerjisi olarak adlandırılan baraj enerjisini aşan, tanecik sayısı artar. Enerjisi tepkime için yeterli olan bu moleküllerin çarpışması tepkimenin hızlanmasına neden olur.

b) Taneciklerin ortalama kinetik enerjisi arttığı için, moleküllerin ortalama hızı artar. Taneciklerin ortalama hızı arttığı için de birim zamanda çarpışan tanecik sayısı artar.

Enerjisi yeterli (etkin) taneciklerin çarpışma sayası arttığı için tepkime hızı artar.



Bu grafikte görüldüğü gibi T_2'de Ea enerjisini aşan molekül sayısı daha fazladır. T_3'de ise en fazladır. Bundan dolayı $r_1 < r_2 < r_3$'tür.

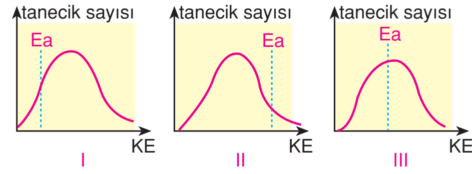
Bütün tepkimelerin hızı sıcaklığın artırılması hâlinde artar. Endotermik veya ekzotermik tüm tepkimelerin hızı, sıcaklığın artırılması hâlinde artar.

Bir tepkimede sıcaklık artırıldığında;

1. Moleküllerin ortalama kinetik enerjisi artar.
2. Moleküllerin ortalama hızı artar.
3. Birim zamanda çarpışan molekül sayısı artar.
4. Tepkimenin mekanizması değişmez.
5. Ea değişmez.
6. Hız sabiti k'nın değeri artar.

Tepkimeler, sıcaklık yükseldikçe daha hızlı gerçekleşir. Sıcaklığın oda sıcaklığından 10°C lik bir yükselişi, çözeltideki organik maddelerin tepkime hızlarını genellikle iki katına çıkarır. Günlük hayattaki uygulaması yemek pişirmedir.

ÖRNEK



Aynı ortamda gerçekleşen üç farklı tepkimenin tanecik sayısı-kinetik enerji değişimlerine ait grafikleri veriliyor.

Buna göre, tepkimelerin hızları arasındaki ilişki nedir?

A) I < II < III B) I < III < II C) II < I < III
D) II < III < I E) III < I < II

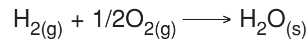
ÇÖZÜM

3. Derişim Etkisi

Bir tepkimenin herhangi bir aşaması için;

Hız = k.derişim

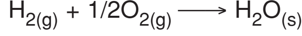
hız ifadesi geçerlidir. Burada k, orantı sabitidir. Bu eşitlik bir hız ifadesi örneği olup, tepkimede yer alan maddelerin, o andaki, derişimlerine dayalı olarak tepkime hızını ifade eder. Her tepkimenin kendine özgü bir hız ifadesi ve hız sabiti vardır. Hız sabiti (k), tepkimeye girenlerin derişiminden bağımsız, fakat sıcaklığa bağlıdır. Derişim, birim hacimdeki madde miktarıdır. Derişim artırılırsa, birim hacimdeki tanecik sayısı artar. Enerji yeterliyse, birim hacimdeki tanecik sayısının artması tepkimeyi hızlandırır. Birim hacimdeki tanecik sayısı artınca, birim zamandaki çarpışma sayısı artar. En az ikili çarpışma gerektiren tepkimelerde maddelerden birinin ortama ilave edilmesiyle derişimin artırılması tepkimeyi hızlandırır, ancak oluşacak ürün miktarını değiştirmez.



$H_{2(g)} + 1/2O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(s)}$

tepkimesinde, ortama aşırı miktarda O_2 ilave edilmesi tepkimenin hızını artırır, ancak oluşacak su miktarını etkilemez. Bir tepkimede, tepkimeye girenlerin mik-

tarı aynı anda artırılırsa tepkime hızı artar ve oluşacak ürün miktarı da artar.



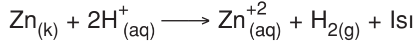
$$H_{2(g)} + 1/2O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(s)}$$

tepkimesinde, aynı anda ortama H_2 ve O_2 ilave edilerek maddelerin derişimi artırılırsa tepkime hızı ve oluşacak su miktarı artar.

Bir tepkimede derişimi artırmak;

- ★ Birim hacimdeki tanecik sayısını artırır.
- ★ Birim zamandaki çarpışma sayısını artırır.
- ★ Tepkimenin hızını artırır.
- ★ Tepkimenin mekanizmasını değiştirmez.
- ★ ΔH ve Ea'lerini değiştirmez.
- ★ Tepkimelerin hız sabitini değiştirmez.

ÖRNEK



$$Zn_{(k)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + H_{2(g)} + Isı$$

tepkimesinin hızı,

I. H^+ iyonları derişimini artırmak,
II. Sıcaklığı yükseltmek,
II. Ortama saf su ilave etmek

işlemlerinden hangilerinin yapılmasıyla artar?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

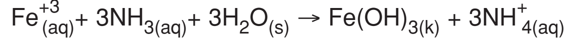
ÇÖZÜM

Derişim nasıl artırılabilir?

★ Gazların derişimini artırmak için,
a) Ortama gaz ilave etme
b) Hacimi azaltma (basıncı artırma)
işlemleri uygulanabilir.

★ Çözelti ortamındaki maddelerin derişimini artırmak için,
a) Ortama madde ilave etme
b) Su buharlaştırma
işlemleri uygulanabilir.

ÖRNEK



$$Fe^{+3}_{(aq)} + 3NH_{3(aq)} + 3H_2O_{(s)} \rightarrow Fe(OH)_{3(k)} + 3NH^+_{4(aq)}$$

Diğer koşulların değişmediği varsayılırsa aşağıdakilerden hangisi yukarıdaki tepkimenin hızını artırmaz?

A) Ortama $NH_{3(g)}$ eklemek
B) Ortama $H_2O_{(s)}$ eklemek
C) Ortama $Fe_2(SO_4)_{3(k)}$ eklemek
D) Ortama $FeCl_{3(k)}$ eklemek
E) Sıcaklığı artırmak

ÇÖZÜM

4. Temas Yüzeyinin Etkisi

Katı-sıvı, katı-gaz, sıvı-gaz gibi heterojen tepkimelerde hızı, tepkimedeki maddelerin temas yüzeyi artırılarak veya azaltılarak değiştirilebilir.

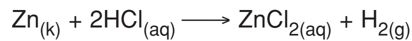
Tepkimeye giren maddelerin hepsi aynı fazda ise **homojen tepkime** (denge) denir.

Tepkimeye giren maddelerin fazları farklı ise **heterojen tepkime** (denge) denir.

Temas yüzeyinin etkisinden bahsedebilmek için, heterojen tepkime olması gerekir.

Odun yakılırken küçük parçalar veya talaş hâline getirilebilir. Bu durumda oksijen ile temas yüzeyleri artar. Tepkime (yanma) hızı artar.

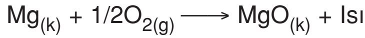
Temas (değme) yüzeyi artırılırsa, birim zamandaki çarpışma sayısı artar. Bundan dolayı tepkime hızı artar.



$$Zn_{(k)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow ZnCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$$

tepkimesinde çinko parçalarının yüzeylerini genişletecek şekilde levha haline getirilmesi, parçalara ayrılması veya toz haline getirilmesi tepkimenin hızını artırır.

ÖRNEK


$Mg_{(k)} + 1/2O_{2(g)} \longrightarrow MgO_{(k)} + Isı$

tepkimesinin hızını artırmak için,

I. Mg katısının toz haline getirilmesi,
II. Ortama saf O_2 gazı ilave edilmesi,
III. Sıcaklığın artırılması

işlemlerinden hangilerinin yapılması doğru olur?

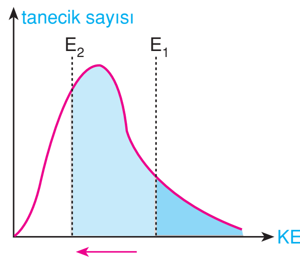
A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

5. Katalizörün Etkisi

Tepkime ortamına katılınca tepkimeye katılarak tepkimenin hızını artıran ve tepkimeden değişmeden çıkan maddelere katalizör denir.

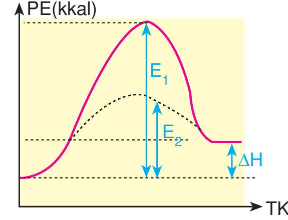
Bir tepkimede katalizör kullanılırsa, katalizör, tepkimeyi aktifleşme enerjisi daha küçük olan farklı bir mekanizma üzerinde yürütür. Aktifleşme enerjisi küçülünce, bu enerji seviyesini aşan tanecik sayısı artar. Sonuç olarak tepkimenin hızı artar.



Tanecik sayısı kinetik enerji dağılımı verilen tepkimenin aktifleşme enerjisi E_1'dir. Katalizör kullanılınca tepkimenin aktifleşme enerjisi E_2 olur. Aktifleşme enerjisinin E_2 durumuna düşmesi, bu seviyeyi aşan tanecik sayısını artırır. Enerjisi yeterli tanecik sayısı artınca tepkime hızı da artar.

★ Katalizör, bir tepkimenin başlaması ve yürümesi için zorunlu değildir.

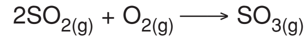
★ Katalizör, bir tepkimenin entalpisini (ΔH) değiştirmez.



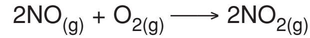
Potansiyel enerji-tepkime koordinatı grafiği verilen tepkimenin aktifleşme enerjisi E_1, tepkimenin ısısı ΔH'tır. Katalizör kullanınca aktifleşme enerjisi E_2 düzeyine düşüyor. Ancak, ΔH değişmiyor.

★ Katalizör, tepkimenin sonucunu değiştirmez. Oluşan maddenin türü ve miktarı değişmez. Sadece oluşum zamanı kısalır.

★ Katalizör, tepkimenin mekanizmasını değiştirir. Yeni adımlar ekleyebilir.


$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow SO_{3(g)}$

tepkimesinde katalizör olarak NO kullanılırsa,


$2NO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{2(g)}$


$2NO_{2(g)} + 2SO_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{(g)} + 2SO_{3(g)}$

Mekanizması oluşur. Bu mekanizmada NO_2 ara üründür.

★ Katalizör, tepkimenin hız sabitini değiştirir.

★ Katalizör, tepkimenin yönünü değiştirmez.

★ Çince'de katalizör için, "çöp çatan" anlamına gelen bir ifade kullanılmaktadır. Bu ifade katalizörü oldukça iyi tanımlamaktadır. Bu durumu en iyi açıklayan 1990 yılının ÖYS sorusunu örnek verelim.

ÖRNEK

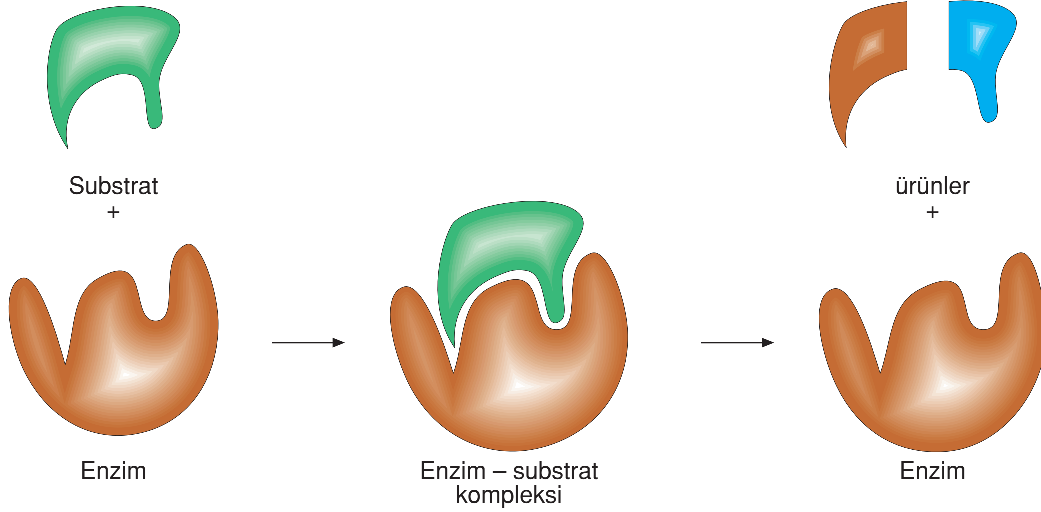
Katalizör ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

A) Tepkime hızını artırır.
B) Tepkime sonunda miktarı değişmez.
C) Tepkimeyi başlatmak için gereklidir.
D) Her tepkimenin özel katalizörü vardır.
E) Tepkime ısısını etkilemez.

ÇÖZÜM

OKUMA PARÇASI

ENZİMLER



Canlı hücreler, her biri hayat için gerekli olan binlerce çeşit katalizörlerden bir çoğu enzim diye adlandırılan büyük proteinlerdir. Enzimler özel katalitik etkinlik gösterirler. Daha önceden de bahsedildiği gibi enzimler yüksek molekül ağırlığına sahip proteinlerdir. Örneğin sütün sindirilmesinde, laktoz adı verilen süt şekeri laktaz enzimi yardımıyla daha basit şekerler olan glukoz ve glaktoza parçalanır.



Enzimler, kataliz yapan biyomoleküllerdir. Enzim tepkimelerinde, bu sürece giren moleküllere substrat denir ve enzim bunları farklı moleküllere, ürünlere dönüştürür. Biyokimyacılar enzim etkinliğini kilit – anahtar modeli ile açıklar. Bu modelde substrat adı verilen tepkimeye giren madde, enziminin etkin merkezi denen bir bölgesinde enzime bağlanır ve bir kompleks oluşur. Bu kompleksin bozulması sonucunda ürün meydana gelir ve enzim yeniden serbest kalır. Bir canlı hücredeki tepkimelerin hemen hemen tamamı yeterince hızlı olabilmek için enzime gerek duyar. Enzimler substratları için son derece seçici oldukları ve pek çok olası tepkimeden sadece bir kaçını hızlandırdıklarından dolayı, bir hücredeki enzimlerin kümesi o hücrede hangi metabolik yolların bulunduğunu belirler.

Enzimlerin etkinliği başka moleküller tarafından etkilenebilir. İnhibitörler enzim aktivitesini azaltan moleküller, aktivatörler ise enzim aktivitesini artıran moleküllerdir. Etkinlik ayrıca sıcaklık, kimyasal ortam ve substrat derişimi tarafından etkilenir. Bazı enzimler endüstriyel amaçlı kullanılırlar, örneğin antibiyotik sentezinde. Bazı ev ürünlerinde biyokimyasal tepkimeleri hızlandırmak için enzimler kullanılır. Örneğin, çamaşır tozunda bulunan enzimler lekelerdeki protein ve yağları parçalar.

Enzimler, biyolojik katalizörler olup substrat moleküllerin yapısını değiştirerek reaksiyonun ilerlemesini sağlarlar. Enzimler biyokimyasal tepkimelerin hızlarını 10^6 – 10^{18} mertebesinde artırırlar. Ayrıca bir enzim yalnızca tek bir moleküle karşı etkindir. Bu molekül daha önce substrat olarak adlandırılmıştı. Canlı bir sistemde ortalama 3000 farklı enzim olduğu tahmin edilmektedir. Her enzim bir substratı ürüne çeviren özel bir tepkimeyi katalizler. Enzim katalizi genellikle homojendir. Substrat ve enzim aynı sulu çözeltide yer alır.

Bir enzim, bir veya daha fazla etkin uç içeren özgün ve büyük protein molekülüdür. Substrat bu uçlarla etkileşir. Enzim molekülleri esnek bir yapıya sahiptir ve çok çeşitli substratları çevrelemek üzere şekillerini değiştirebilirler.

1. $Ca_{(k)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow Ca^{+2}_{(aq)} + H_{2(g)}$
tepkimenin hızını artırmak için,
I. Ca katısının toz haline getirilmesi
II. H^+ derişiminin artırılması
III. Sıcaklığın yükseltilmesi
işlemlerinden hangilerinin yapılması doğru olur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

2. I. $Cu^+ + I^- \longrightarrow CuI_{(k)}$
II. $IO_3^- + 5I^- + 6H^+ \longrightarrow 3I_2 + 3H_2O$
III. $Fe^{+2} + Ce^{+4} \longrightarrow Fe^{+3} + Ce^{+3}$
iyonlar arasındaki oluşan yukarıdaki tepkimelerin hızları arasındaki ilişki nedir?

A) I > II > III B) I > III > II C) II > III > I
D) II > I > III E) III > I > II

ÇÖZÜM

3. **Gaz fazında bir tepkimenin hızı;**
I. Ortama katalizör ekleme,
II. Sıcaklığın artırılması,
III. Basıncın azaltılması
işlemlerinden hangileri uygulandığında artar?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

ÇÖZÜM

4. Aynı kütlede değişik yüzeyli Al parçaları eşit hacimde HCl çözeltilerine ayrı ayrı konularak tepkimeler oluşturuluyor.
Tepkime denklemi;

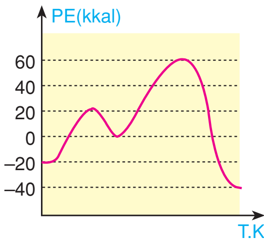
H_2 hacmi (l)
3
2
1
zaman

$Al_{(k)} + 3HCl_{(aq)} \longrightarrow AlCl_{3(aq)} + 3/2\ H_{2(g)}$
şeklindedir. Tam verimle gerçekleşen tepkimelerde elde edilen H_2 gazının haciminin zamanla değişimi grafikteki gibidir.
Sıcaklık eşit olduğuna göre,
I. 1. çözeltinin molar derişimi 2. ve 3. çözeltininkinden küçüktür.
II. 3. tepkimede toz Al, 2. tepkimede parçalar halinde Al kullanılmış olabilir.
III. 1. tepkimenin hızı, 3. tepkimenin hızından büyüktür.
yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

5. Potansiyel enerji tepkime koordinatı değişimi grafikte verilen tepkimenin mekanizmasındaki adımların denklemleri aşağıdaki gibildir.



Birinci adım; $X_{(g)} + Y_{(g)} \longrightarrow 2Z_{(g)}$

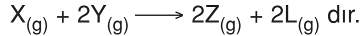
İkinci adım; $Y_{(g)} + 2T_{(g)} \longrightarrow 2L_{(g)}$

Buna göre;

I. Tepkimenin entalpisi $\Delta H = -20$ kkal'dir.

II. Tepkimenin hız denklemi, $k[Y][T]^2$ dir.

III. Net tepkime denklemi



$X_{(g)} + 2Y_{(g)} \longrightarrow 2Z_{(g)} + 2L_{(g)}$ dır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

6. $2X_{(g)} + 3Y_{(g)} \longrightarrow 3Z_{(g)}$
tepkimesinin mekanizması,

$2X_{(g)} + 2Y_{(g)} \longrightarrow L_{(g)} + 2Z_{(g)}$ (Yavaş)

$L_{(g)} + Y_{(g)} \longrightarrow Z_{(g)}$ (Hızlı)

şeklindedir. **Buna göre,**

I. L ara üründür.

II. Tepkimenin hız bağıntısı $k[X]^2[Y]^2$ dir.

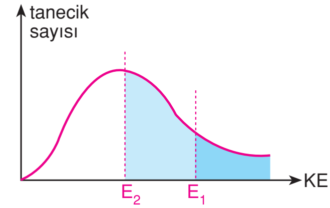
III. Hacim yarıya düşürülürse tepkime hızı 16 katına çıkar.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

7.



Bir tepkimenin eşik enerjisi E_1 dir. Bu tepkimede katalizör kullanıldığında eşik enerjisi E_1 den E_2 ye düşmektedir.

Buna göre katalizörlü tepkimede;

I. Ürün miktarı

II. Tepkime mekanizması

III. Girenlerin kinetik enerjisi

özelliklerinden hangileri katalizörsüz tepkimeden farklıdır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

8. I. $Ag^{+}_{(aq)} + CN^{-}_{(aq)} \longrightarrow AgCN_{(k)}$

II. $Ba^{+2}_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)} \longrightarrow BaSO_{4(k)}$

III. $Ti^{+3} + 2Cu^{+} \longrightarrow Ti^{+} + 2Cu^{+2}$

tepkimeleri, oda koşullarında hızlıdan yavaşa doğru nasıl sıralanır?

A) I, II, III B) I, III, II C) II, III, I
D) II, I, III E) III, I, II

ÇÖZÜM

9. **Bir tepkimenin hızına ilişkin;**

I. Tepkime hızı zamanla azalır.

II. Aktifleşme enerjisi büyük olan tepkimeler daha yavaştır.

III. Sıcaklık artırılırsa, ekzotermik tepkimelerin hızı azalır.

ifadelerden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

10. **Bir tepkimede katalizör kullanılması,**

I. Tepkimenin ısısı

II. Tepkimenin hızı

III. Aktifleşme enerjisi

özelliklerinden hangilerini değiştirmez?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

ÇÖZÜM

11. $Zn_{(k)} + 2NaOH_{(aq)} \longrightarrow Na_2ZnO_{2(aq)} + H_{2(g)}$

tepkimesinin hızını artırmak için;

I. NaOH çözeltisine su eklenmesi

II. Zn katısının küçük parçalar halinde kullanılması

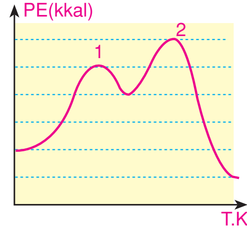
III. NaOH çözeltisinin sıcaklığının artırılması

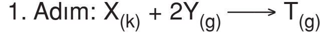
işlemlerinden hangilerinin yapılması doğru olmaz?

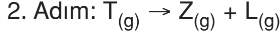
A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

1. **Potansiyel enerji-tepkime koordinatı grafiği verilen tepkimenin mekanizması aşağıda verilmiştir.**




1. Adım: $X_{(k)} + 2Y_{(g)} \longrightarrow T_{(g)}$

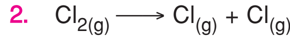

2. Adım: $T_{(g)} \rightarrow Z_{(g)} + L_{(g)}$

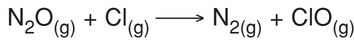
Buna göre;

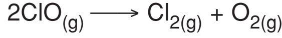
a) Ara ürün hangisidir?

b) Tepkimenin hız bağıntısı nedir?

c) Net tepkimenin hızını belirleyen adım hangisidir?

2.

$Cl_{2(g)} \longrightarrow Cl_{(g)} + Cl_{(g)}$

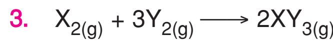

$N_2O_{(g)} + Cl_{(g)} \longrightarrow N_{2(g)} + ClO_{(g)}$


$2ClO_{(g)} \longrightarrow Cl_{2(g)} + O_{2(g)}$

mekanizması yukarıda verilen tepkime için;

a) Tepkimede kullanılan katalizör nedir?

b) Net tepkimenin denklemi nedir?

3.

$X_{2(g)} + 3Y_{2(g)} \longrightarrow 2XY_{3(g)}$

Tepkimesi tek basamakta gerçekleşmektedir.

X_2 ve Y_2 gazları renkli XY_3 gazı ise renksizdir.

Bu tepkimenin hızı;

I. Rengin açılmasıyla

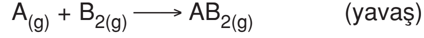
II. Basıncın düşmesiyle (hacim sabit)

III. Elektrik iletkenliğinin azalmasıyla

değişimlerinden hangilerinin izlenmesiyle ölçülebilir?

4.

$A_{2(g)} \longrightarrow 2A_{(g)}$ (hızlı)


$A_{(g)} + B_{2(g)} \longrightarrow AB_{2(g)}$ (yavaş)


$AB_2 + A_{(g)} \longrightarrow 2AB_{(g)}$ (hızlı)

Bir tepkimenin mekanizmasındaki adımların denklemleri verilmiştir. **Buna göre,**

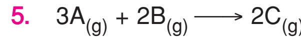
I. Sıcaklığın azaltılması

II. B_2 derişiminin azaltılması

III. A_2 derişiminin artırılması

IV. AB_2 derişiminin artırılması

işlemlerinden hangileri tepkimenin hızını etkilemez?

5.

$3A_{(g)} + 2B_{(g)} \longrightarrow 2C_{(g)}$

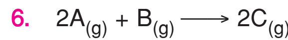
tepkimesi için aynı koşullarda farklı derişimlerle yapılan deneylerin sonuçları aşağıdaki gibidir.

Deney	[A]	[B]	Tepkime hızı mol/ℓ.s
1	0,1	0,2	2.10^{-3}
2	0,1	0,4	4.10^{-3}
3	0,2	0,8	$3,2.10^{-2}$

Buna göre,

a) Tepkimenin hız sabiti nedir?

b) Tepkimenin hız sabitinin birimi nedir?

6.

$2A_{(g)} + B_{(g)} \longrightarrow 2C_{(g)}$

tepkimesi için aynı koşullarda farklı derişimlerle yapılan deneylerin sonuçları aşağıdaki gibidir?

Deney	[A]	[B]	Tepkime hızı mol/ℓ.s
1	0,1	0,1	$1,2.10^{-3}$
2	0,2	0,2	$4,8.10^{-3}$
3	0,3	0,2	$7,2.10^{-3}$

Buna göre,

a) Tepkimenin hız bağıntısı nedir?

b) Tepkimenin hız sabiti kaçtır?

7. $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$
Tepkimesiyle H_2'nin harcanma hızı 0,6 mol/ℓ.s'dir. **Buna göre, 10 saniye sonra normal koşullarda kaç litre NH_3 gazı oluşur?**

8. $C_2H_{4(g)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(s)}$
1 litrelik bir kapta verilen tepkimede O_2'nin harcanma hızı 0,2 mol/ℓ.s dir. **Buna göre, 30 saniye sonra yanma sonucu oluşan CO_2 gazı kaç gramdır?**
(C = 12, O = 16)

9. $Mg_{(k)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow MgCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$
tepkimesinde 4 dakikada NK'da 896 cm^3 H_2 gazı oluşmaktadır. **Bu tepkimenin hızı kaç mol/dak'dır?**

10. I. $C_2H_4 + H_2 \longrightarrow C_2H_6$
II. $Ag^+ + Cl^- \longrightarrow AgCl$
III. $C_2H_4 + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 2H_2O$
Yukarıdaki tepkimelerin aynı koşullarda hızlarına göre büyükten küçüğe doğru sıralanışı nasıl olur?

II, I, III

11. $Ag^+_{(aq)} + Br^-_{(aq)} \longrightarrow AgBr_{(k)}$
tepkimesinin hızı;
I. $AgNO_{3(k)}$ eklenmesi
II. Su eklenmesi
III. Katalizör kullanılması
işlemlerinden hangileri uygulanırsa azalır?

12. $3X_{(g)} + 2Y_{(g)} \longrightarrow 3Z_{(g)}$
tepkimesinin yavaş adım denklemi
$aX_{(g)} + bY_{(g)} \longrightarrow$ Ürün
şeklindedir. **Aynı koşullarda farklı derişimlerle yapılan deney sonuçları;**

Deney	[X]	[Y]	Tepkime hızı mol/ℓ.s
1	0,01	0,1	2.10^{-3}
2	0,04	0,1	4.10^{-3}
3	0,16	0,2	16.10^{-3}

olduğuna göre,
a) a ve b sayıları nedir?
b) Tepkimenin hız sabiti kaçtır?

13. $2X_{(g)} + Y_{(g)} \longrightarrow 2Z_{(g)}$
tepkimesinin hız denklemi $k[X]^2[Y]$ dir.
Sabit sıcaklıkta farklı derişimlerde yapılan deneylerin sonuçları aşağıdaki gibidir.

Deney	[X]	[Y]	Tepkime hızı mol/ℓ.s
1	0,4	0,2	8.10^{-4}
2	0,2	0,2	2.10^{-4}
3	0,1	0,4	?

Buna göre, deney 3'te ölçülen hızın değeri ne olmalıdır?

14. $X_{(g)} + Y_{(g)} \longrightarrow Z_{(g)}$
tepkimesi için farklı derişimlerle yapılan deneylerin sonuçları aşağıda verilmiştir.

Deney	[X]	[Y]	Tepkime hızı mol/ℓ.s
1	0,1	0,1	0,4
2	0,2	0,2	3,2
4	0,4	0,3	14,4

Buna göre,
a) Tepkimenin hız denklemi nedir?
b) Tepkimenin derecesi nedir?
c) Tepkimenin hız sabiti kaçtır?

ETKİNLİK – 2

EŞLEŞTİRME

Aşağıda verilen kimyasal olaylarda, tepkime hızlarının ölçülmesinde yanda verilen yöntemlerden kullanılabilecek olanları ilgili kutucuklara harfleri yazarak eşleştiriniz.

Yöntemler

a) Gaz basıncındaki azalmanın ölçülmesi.

b) Elektrik iletkenliğindeki artmanın ölçülmesi.

c) Renk değişiminin ölçülmesi.

d) Hacim azalmasının ölçülmesi.

e) Çökelme miktarındaki artmanın ölçülmesi.

f) Sıcaklık artışının ölçülmesi.

g) pH değerindeki artmanın ölçülmesi.

h) Gaz basıncındaki artmanın ölçülmesi.

i) pH değerindeki azalmanın ölçülmesi.

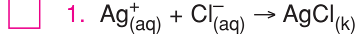
j) Hacimdeki artmanın ölçülmesi.

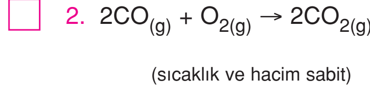
k) Elektrik iletkenliğindeki azalmanın ölçülmesi.

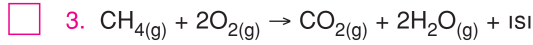
l) Sıcaklık azalışının ölçülmesi.

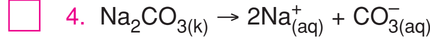
m) Çökelti miktarındaki azalmanın ölçülmesi.

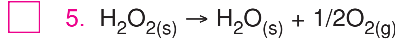
TEPKİMELER

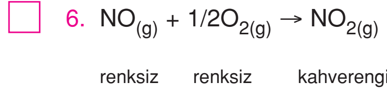
☐ 1. 

☐ 2. 

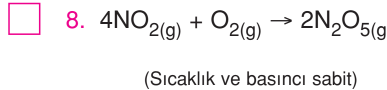
☐ 3. 

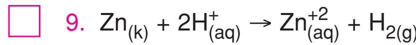
☐ 4. 

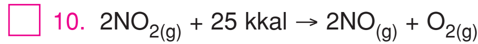
☐ 5. 

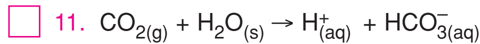
☐ 6. 

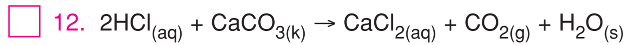
☐ 7. 

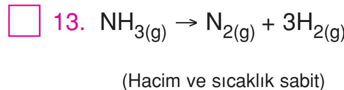
☐ 8. 

☐ 9. 

☐ 10. 

☐ 11. 

☐ 12. 

☐ 13. 

ETKİNLİK – 3

KAVRAMLARI HATIRLAYALIM

Aşağıdaki cümlelerin boşluklarını uygun kelimelerle doldurunuz.

Endotermik tepkime	Tepkime derecesi	Yavaş basamak
Aktifleşme enerjisi	Tepkime hızı	Ekzotermik tepkime
Tepkime mekanizması	Ara ürün	Katalizör
Homojen tepkime	Etkin çarpışma	Heterojen tepkime

1. Tepkime mekanizmasında, ara basamakların birinde elde edilen bir madde, sonraki basamaklarda harcanıyorsa net tepkimede yer almaz. Bu tür maddelere …………… adı verilir.

2. Bir kimyasal tepkime sonucunda ısı açığa çıkıyorsa, bu tür tepkimelere …………… denir.

3. Bir tepkimenin başlaması için gerekli olan minimum enerjiye …………… denir.

4. Bir tepkimede belirli bir zaman aralığında oluşan derişim değişimine …………… denir.

5. Bir kimyasal tepkimenin oluştuğu basit adımların tümüne …………… denir.

6. Bir kimyasal tepkimede, tepkimeye giren, tepkime hızını değiştiren ve tepkime sonunda değişikliğe uğramadan çıkan maddelere …………… denir.

7. Tepkimeye katılan ve oluşan maddelerin hepsi aynı fazda ise bu tür tepkimelere …………… denir.

8. Enerjisi yeterli olan taneciklerin uygun bir geometride çarpışması sonucunda ürün oluşuyorsa, bu tür çarpışmalara …………… denir.

9. Tepkimeye katılan ve oluşan maddelerin fiziksel halleri farklı ise bu tür tepkimelere …………… denir.

10. Bir tepkimenin hız denkleminde bulunan madde derişimlerinin üslerinin toplamı …………… dir.

11. Mekanizmalı bir tepkimede tepkimenin hızını belirleyen basamak …………… olarak adlandırılır.

12. Oluşurken çevreden ısı alan tepkimelere …………… denir.

ETKİNLİK – 4

DOĞRU VE YANLIŞLARI BELİRLEYELİM

Aşağıda verilen cümleler doğru ise yandaki kutucukları ✓, yanlış ise ✗ ile işaretleyiniz.

☐ **1.** Tepkimelerinin hızları ortamda meydana gelen renk, basınç, iletkenlik gibi fiziksel değişimler ile izlenebilir.

☐ **2.** Bir tepkimede yer alan maddelerin harcanma veya oluşma hızları daima birbirine eşittir.

☐ **3.** Tepkimelerin hızları tepkimenin sonuna kadar sabit kalır.

☐ **4.** Bir kimyasal tepkimenin hızı birim zamanda meydana gelen etkin çarpışma sayısı ile doğru orantılıdır.

☐ **5.** Enerjisi yeterli, uygun geometride meydana gelen ve ürünün oluşturması ile sonuçlanan çarpışmalara etkin çarpışma denir.

☐ **6.** Aktifleşme enerjisi büyük olan tepkimeler, küçük olan tepkimelere göre daha hızlıdır.

☐ **7.** Aktifleşmiş kompleks tepkime sırasında oluşan düşük enerjili ve kararlı ana üründür.

☐ **8.** Zıt yüklü iyonların oluşturduğu basit tepkimeler çok hızlı gerçekleşir.

☐ **9.** Sıcaklık artışı taneciklerin hızını enerjisini ve çarpışma sayısını artırmadığından tepkime hızı da artar.

☐ **10.** Yeterli enerjiye sahip tanecikler ürün oluşturabilmek için uygun geometri ile çarpışma yapmalıdır.

☐ **11.** Aktifleşmiş kompleks ürüne dönüşürken yeni bağlar oluşur.

☐ **12.** Aktifleşme enerjisi başlangıç için gerekli olan enerji olduğundan daima dışardan verilir. Bu nedenle negatif değerliklidir.

☐ **13.** Kimyasal tepkimelerde zamanla meydana gelen enerji değişimi kinetik enerji diyagramları ile gösterilir.

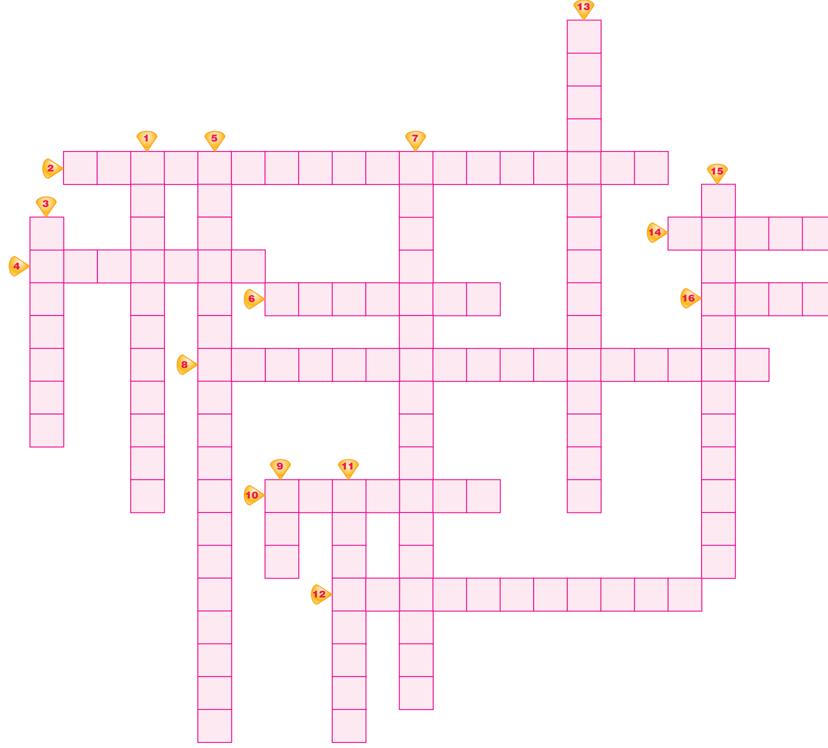
☐ **14.** Tepkimelerin ısısı ileri ve geri aktifleşme enerjileri arasındaki farktır.

☐ **15.** İleri aktifleşme enerjisi geri aktifleşme enerjisinden büyük olan tepkimeler ekzotermiktir.

☐ **16.** Ekzotermik tepkimelerde maddelerin toplam enerjisinde azalma olur.

ETKİNLİK – 5

BULMACA



SOLDAN SAĞA

2. Bir tepkimenin başlayabilmesi için gerekli olan minimum enerjiye denir.

4. Tepkimeye giren maddelere verilen ad.

6. Aktifleşme enerjisi başlangıç için gerekli olan minimum enerji olduğundan daima dışarıdan alınır. Bu nedenle .... değerliklidir.

8. Bir kimyasal tepkimede alınan enerji miktarı verilen enerji miktarından fazla ise bu tür tepkimeye .... denir.

10. Ekzotermik tepkimelerde tepkime ısısı .... değerliklidir.

12. Bir kimyasal tepkime birden fazla basamaktan oluşuyorsa, bu tepkimenin basamaklar halinde gösterilmiş şekline tepkime .... denir.

14. Kimyasal tepkimeler maddelerin birbirine değen yüzeylerinde gerçekleşir. Bu yüzeylere .... yüzeyleri denir.

16. Tepkimelerde temas yüzeylerinin genişletilmesi tepkime hızını artırır. .... maddelerin toz haline getirilmesi temas yüzeyini artırırsa tepkimeler hızlanır.

YUKARIDAN AŞAĞIYA

1. Bir tepkimede birim zamandaki derişim değişimine .... denir.

3. Bir tepkimenin mekanizmasında, ara basamakların birinde elde edilen bir madde, sonraki basamaklarda harcanıyorsa bu tür maddelere .... denir.

5. Tepkime hızı, tepkime ile ilgili bazı ....in zamanla değişimi gözlenerek ölçülebilir.

7. İleri aktifleşme enerjisi geri aktifleşme enerjisinden düşük olan tepkimeye .... tepkime denir.

9. Tepkime mekanizmasındaki basamakların toplanmasından elde edilen tepkimeye .... denir.

11. Yeterli enerjiye sahip tanecikler ürün oluşturabilmek için uygun .... ile çarpışma yapmalıdır.

13. Bir tepkimenin hız denkleminde bulunan madde derişimlerinin üslerinin toplamına .... denir.

15. Bir kimyasal tepkimede oluşan ısı değişimine .... denir. Bu değer ΔH ile gösterilir.

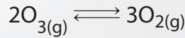
KİMYASAL REAKSİYONLARDA DENGE

A) DENGE VE BELERLEYEN FAKTÖRLER

B) DENGENİN SINIFLANDIRILMASI

C) DENGE BAĞINTISI VE DENGE SABİTİ

Denge konusuna ozonla başlamalıyız. Ozon tabakası olmasa güneşten dünyamıza gelen enerji tüm hayatı yok etmeye yeter. Ozon tabakası bunu engellemektedir. Güneş ışınları ozon moleküllerini parçalamaktadır. Ancak bu moleküller sürekli yeniden oluşmaktadır.

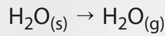


$2O_{3(g)} \rightleftharpoons 3O_{2(g)}$

Yeniden oluşum sonucunda stratosferdeki ozon derişimi uzun vadede sabit kalmaktadır.

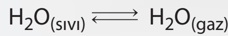
Bu yazma şeklinde kullanılan çift ok, tersinirlik özelliğini göstermektedir. Olay hem sağ taraf yönünde hem de sol taraf yönünde oluşur ve sonunda olay dengeye ulaşır. Yani her iki yöne giden olayların hızları eşit olur. Denge haline ulaşıldıktan sonra olayda gözle görünür hiç bir değişiklik olmaz.

Bir kabın içerisinde bulunan bir sıvının bütün moleküllerinin kinetik enerjileri eşit değildir. Sıvı molekülleri birbiriyle düzensiz çarpışırlar. Bu çarpışmanın sonucunda, serbest yüzeydeki moleküllerin enerjisi çok yükselmiş olanlar komşu moleküllerden koparak gaz fazına geçerler. Bu olaya buharlaşma denir. Kabın ağzı açık ise olay tek yönlü olacağı için kaptaki sıvı bitinceye kadar devam eder.



$H_2O_{(s)} \rightarrow H_2O_{(g)}$

İçinde su bulunan bir kap ağzı açık olarak uzun süre bekletilirse, hepsinin buharlaştığı görülür. Ağzı kapalı bir kaptaki suyun hepsi buhar haline geçmez. Bir kaba su konulup ağzı kapatılırsa yüzeydeki yüksek enerjili su molekülleri gaz fazına geçer. Gaz fazına geçmiş su moleküllerinin bazıları çarpışmalar sonucu hızlanacak bazıları da yavaşlayacaktır. Yavaşlamış olanla suyun yüzeyine yaklaşınca, yüzeydeki moleküller tarafından çekilirler. Bu moleküller sıvı faza döner. Bu olaya yoğunlaşma denir. Zamanla buharlaşan moleküllerin sayısı ile yoğunlaşan moleküllerin sayısı eşit olur.



$H_2O_{(sıvı)} \rightleftharpoons H_2O_{(gaz)}$

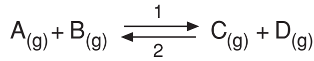
Bu bir dinamik dengedir. Bu aşamadan sonra gözle görünür hiç bir değişiklik olmaz.

3. BÖLÜM

DENGE

A. DENGE VE BELİRLEYEN FAKTÖRLER

Bir tepkimenin denge tepkimesi olarak işlem görmesi için tersinir tepkime olması gerekir.


$$A_{(g)} + B_{(g)} \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} C_{(g)} + D_{(g)}$$

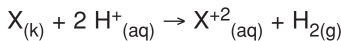
Bu yazılış şekli bir tersinir tepkimeyi ifade etmektedir. A ile B birleşerek C ve D maddelerini oluşturduğu andan itibaren C ile D birleşerek A ve B maddelerini oluşturur. Başlangıçta A ile B'nin birleşerek C ve D maddelerini oluşturma hızı yüksek, C ile D'nin birleşerek A ve B maddelerini oluşturma hızı ise düşüktür. Zamanla ileri yöndeki tepkimenin hızı azalırken, geri yöndeki tepkimenin hızı artar. Belli bir süre sonra iki yöndeki tepkime hızları eşit olur.

Bu tepkimelerde hem tepkimeye girenler hem de ürünler, ölçülecek oranda mevcut olurlar. Bu tepkime dengeye varınca, ortamda her dört maddeden belli miktarda bulunur. Sıcaklık aynı olmak koşuluyla bu dört madde hangi oranda karıştırılırsa karıştırılsın tepkime sonunda her maddeden belli oranda içeren bir sistem elde edilir.

Bir fiziksel veya kimyasal olayın dengeye ulaşabilmesi için:

a) Sistem kapalı olmalıdır.

Sisteme maddelerin giriş ve çıkışının olmaması gerekir. Bir sistemde giren veya çıkan gaz maddeler varsa, sistem açık olduğu takdirde tepkime tek yönlü devam eder ve tersinir olmadığı için denge oluşmaz.


$$X_{(k)} + 2\,H^+_{(aq)} \rightarrow X^{+2}_{(aq)} + H_{2(g)}$$

tepkimesi açık bir kapta gerçekleşiyorsa oluşan H_2 gazı ortamı terk eder. Tepkime tersinir olmadığı için dengeye ulaşamaz.


$$CaCO_{3(k)} \rightarrow CaO_{(k)} + CO_{2(g)}$$

tepkimesi açık bir sistemde gerçekleştirilirse, mevcut $CaCO_3$ katısının tamamı $CaO_{(k)}$ ve $CO_{2(g)}$ maddelerine ayrışır. Denge oluşmaz.

b) Sistemin sıcaklığı sabit olmalıdır.

Sistemin sıcaklığının değişmesi halinde tepkime tek yönlü olarak devam eder. Tersinir olmadığı için denge oluşmaz.

Genellikle, mutlak değer olarak çok büyük ΔH değerlerine sahip tepkimeler normal koşullarda, tek yönlüdür. Tersinmez tepkimelerdir. Bu tepkimelerde denge oluşmaz.

Enerji alış verişi küçük olan tepkimeler ise normal koşullarda, tersinir tepkimelerdir. Bu tepkimelerde denge oluşur. Bunun için sistemin sıcaklığının sabit tutulması gerekir.

Bir olayda denge;

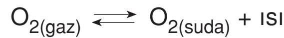
1. Minimum enerji ile maksimum düzensizlik arasındaki uzlaşmadır. Bir olayda minimum enerjili olma eğilimi olayı bir yöne çekerken, maksimum düzensizlik eğilimi ise olayı diğer tarafa çeker. Bu iki eğilim, sistemi kendi lehine değiştirmek ister.


$$CaO_{(k)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons CaCO_{3(k)} + \text{ısı}$$

tepkimesinde;

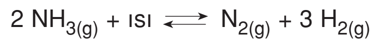
★ Minimum enerjili olma eğilimi; sistemin daha düşük enerjili hale geçme, enerjisini cebirsel anlamda düşürme eğilimdedir. Tepkimeyi sağa (ürünler tarafına) çeker.

★ Maksimum düzensizliğe doğru eğilim ise, sistemin düzenli halden daha düzensiz hale kendiliğinden geçme eğilimi göstermesidir. Bu tepkimede maksimum düzensizlik eğilimi tepkimeyi sola (girenler tarafına) çeker.


$$O_{2(gaz)} \rightleftharpoons O_{2(suda)} + \text{ısı}$$

olayında;

★ Maksimum düzensizlik eğilimi olayı sola çeker. Minimum enerjili olma eğilimi ise olayı sağa çeker.


$$2\,NH_{3(g)} + \text{ısı} \rightleftharpoons N_{2(g)} + 3\,H_{2(g)}$$

tepkimesinde;

★ Minimum enerjili olma eğilimi tepkimeyi sola çeker. Maksimum düzensiz olma eğilimi tepkimeyi sağa çeker.

Bir tepkimenin dengeye ulaşması için minimum enerjili olma eğilimi ile maksimum düzensiz olma eğilimi arasında uzlaşma olmalıdır.

2. Gözlenebilir olayların durduğu fakat mikroskobik olayların halen devam ettiği dinamik bir olaydır. Sıvı - buhar dengesinde bir yanda gaz fazındaki moleküller sıvı faza geçerken diğer yandan sıvı fazındaki moleküller gaz faza geçer. Ancak bu değişim makro düzeyde gözlenemez. Sıvının hacmi ve gaz fazının yoğunluğu değişmez. Bundan da anlaşıldığı gibi gözlenebilen olayların bittiği gözlenemeyen (mikro) olayların devam ettiği dinamik bir olaydır.

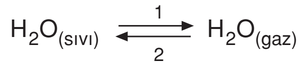
3. İleri tepkime hızının geri tepkime hızına eşit olmasıdır. Bu madde daha sonraki bölümde açıklanacaktır.

B. DENGENİN SINIFLANDIRILMASI

a) Fiziksel Denge

Maddenin fiziksel hallerinin değişimleri sırasında, maddelerin halleri arasındaki dengeye denir.

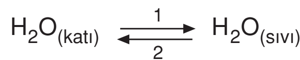
Kapalı bir kapta ve sabit sıcaklıkta bulunan bir sıvının buhar hali ile sıvı hali arasında denge oluşur. Bu sıvının su olduğu düşünülürse,


$$H_2O_{(sıvı)} \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} H_2O_{(gaz)}$$

1. ve 2. yöndeki hızlar eşit olur.

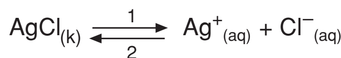
Belli bir zamanda buharlaşan sıvı molekül sayısı ile aynı zamanda yoğunlaşan gaz (buhar) molekül sayısı eşit olur.

Sabit sıcaklıkta kapalı bir kapta bulunan buz ile su arasında denge oluşur. Katı fazdan sıvı faza geçen molekül sayısı ile sıvı fazdan katı faza geçen molekül sayısı eşit olur.


$$H_2O_{(katı)} \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} H_2O_{(sıvı)}$$

1. ve 2. yöndeki hızları eşit olur.

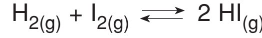
Suda az çözünen bir katının doymuş ve dibinde katısı bulunan çözeltisinde katı faz ile çözelti arasında denge oluşur. AgCl suda az çözünen bir tuzdur.


$$AgCl_{(k)} \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

1. ve 2. yöndeki hızlar eşit olur.

b) Kimyasal Denge

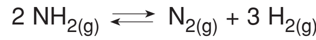
Denge; maddelerin kimyasal etkileşimleri sonucunda oluşuyorsa bu kimyasal dengedir. Kimyasal dengenin oluşabilmesi için tepkimenin tersinir olması gerekir.

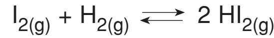

$$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2\,HI_{(g)}$$

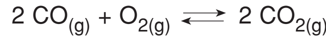
tepkimesinde oluşacak bir denge, kimyasal dengedir. Kimyasal denge ikiye ayrılır.

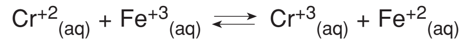
1. Homojen Denge

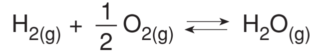
Bir kimyasal denge tepkimesinde tepkimeye girenlerle tepkimeden çıkanlar aynı fiziksel fazda bulunuyorsa, böyle dengelere homojen denge denir.


$$2\,NH_{2(g)} \rightleftharpoons N_{2(g)} + 3\,H_{2(g)}$$


$$I_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons 2\,HI_{2(g)}$$


$$2\,CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2\,CO_{2(g)}$$

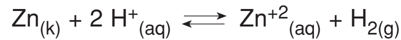

$$Cr^{+2}_{(aq)} + Fe^{+3}_{(aq)} \rightleftharpoons Cr^{+3}_{(aq)} + Fe^{+2}_{(aq)}$$


$$H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightleftharpoons H_2O_{(g)}$$

2. Heterojen Denge

İki veya daha çok fazlı dengelere, heterojen denge denir.

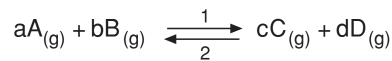

$$CaCO_{3(k)} \rightleftharpoons CaO_{(k)} + CO_{2(g)}$$


$$Zn_{(k)} + 2\,H^+_{(aq)} \rightleftharpoons Zn^{+2}_{(aq)} + H_{2(g)}$$


$$NH_4Cl_{(k)} \rightleftharpoons NH_{3(g)} + HCl_{(g)}$$

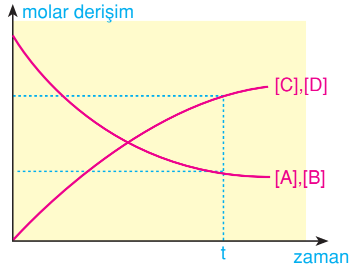

$$CaF_{2(k)} \rightleftharpoons Ca^{+2}_{(aq)} + 2F^-_{(aq)}$$

C. DENGE BAĞINTISI VE DENGE SABİTİ

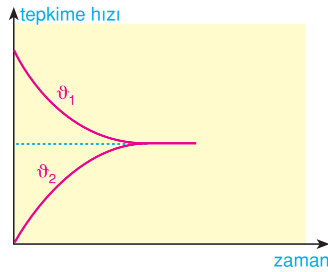

$$aA_{(g)} + bB_{(g)} \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} cC_{(g)} + dD_{(g)}$$

tepkimesinde ilk başta 1 yönündeki tepkimenin hızı maksimum 2 yönündeki tepkimenin hızı minimumdur. Zaman içerisinde 1 yönündeki hız azalırken 2 yönündeki hız artar ve belli bir yerde eşitlenirler.

Bu aşamada sistemin gözlenebilir özellikleri olan renk, basınç, iletkenlik, hacim vb. sabit kalır değişmez. Bu özelliklerin değişmemesi tepkimenin dengede olduğunu belirtir. Bunun doğru olabilmesi için sistemin kapalı, sıcaklığın sabit olması gerekir.



Tepkime t anında dengeye ulaşmıştır. Bu aşamadan sonra tepkimedeki maddelerin derişimleri değişmez. İleri ve geri tepkime hızları eşit olur.



$\vartheta_1 = TH_1 = k_1[A]^a[B]^b$

$\vartheta_2 = TH_2 = k_2[C]^c[D]^d$

Tepkimenin denge anında;

$TH_1 = TH_2$

$k_1[A]^a[B]^b = k_2[C]^c[D]^d$

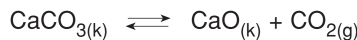
$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$$

$$K_c = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$$

K_c = Derişime bağlı denge sabiti

Yukarıda yazılan bağıntı, tepkimenin denge sabiti bağıntısı ve K_c ise tepkimenin denge sabitidir.

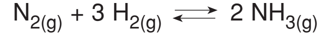
★ Denge bağıntısı yazılırken saf katı ve sıvıların derişimleri sabit olduğundan denge bağıntısında gösterilmezler. Denge bağıntısına gazlar ve çözeltiler yazılır.



$$CaCO_{3(k)} \rightleftharpoons CaO_{(k)} + CO_{2(g)}$$

tepkimesi için denge bağıntısı;

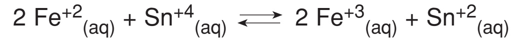
$K_c = [CO_2]$ dır.



$$N_{2(g)} + 3\,H_{2(g)} \rightleftharpoons 2\,NH_{3(g)}$$

tepkimesi için denge bağıntısı;

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} \text{dr.}$$



$$2\,Fe^{+2}_{(aq)} + Sn^{+4}_{(aq)} \rightleftharpoons 2\,Fe^{+3}_{(aq)} + Sn^{+2}_{(aq)}$$

tepkimesi için denge bağıntısı;

$$K_c = \frac{[Fe^{+3}]^2[Sn^{+2}]}{[Fe^{+2}]^2[Sn^{+4}]} \text{ dür.}$$

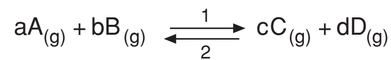
★ Her tepkimenin sıcaklığa bağlı bir denge sabiti vardır.

Deneyler, her tepkimenin denge derişimleri arasında o tepkimeye özgü bir bağıntı olduğunu göstermiştir. Her tepkime için tipik olan denge sabiti ise sıcaklık değiştikçe değişen bir orandır.

$$K_c = \frac{[\text{Ürünler}]}{[\text{Girenler}]}$$

★ Denge sabiti; ürünlerin derişimleri çarpımının (katsayılar üs olarak kullanılacak) girenlerin derişimleri çarpımına (katsayılar üs olarak kullanılacak) bölümü ile bulunur.

★ Gaz tepkimeleri için denge sabitleri hem molar derişimler hem de kısmi basınçlar kullanılarak yazılabilir.



$$aA_{(g)} + bB_{(g)} \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} cC_{(g)} + dD_{(g)}$$

$$K_c = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$$

$$K_p = \frac{P_C^{\,c} \cdot P_D^{\,d}}{P_A^{\,a} \cdot P_B^{\,b}}$$

Gazların ideal gaz denklemi

P.V = n.R.T

olduğuna göre,

$$[\ ]=\frac{n}{V}=\frac{P}{RT}$$

$$[C]^c=\left(\frac{P_C}{RT}\right)^c$$

$$[D]^d=\left(\frac{P_D}{RT}\right)^d$$

$$[A]^a=\left(\frac{P_A}{RT}\right)^a$$

$$[B]^b=\left(\frac{P_B}{RT}\right)^b$$

$$K_c=\frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$$

$$=\frac{\left(\frac{P_C}{RT}\right)^c\left(\frac{P_D}{RT}\right)^d}{\left(\frac{P_A}{RT}\right)^a\left(\frac{P_B}{RT}\right)^b}$$

$$=\frac{P_C^c\left(\frac{1}{RT}\right)^c\cdot P_D^d\left(\frac{1}{RT}\right)^d}{P_A^a\left(\frac{1}{RT}\right)^a\cdot P_B^b\left(\frac{1}{RT}\right)^b}$$

$$=\frac{P_C^c\cdot P_D^d}{P_A^a\cdot P_B^b}\left(\frac{1}{RT}\right)^{(c+d)-(a+b)}$$

$$=K_p\left(\frac{1}{RT}\right)^{(c+d)-(a+b)}$$

$\Delta n = n_{ürünler}-n_{girenler}$

$\Delta n = (c+d) - (a+b)$

$$K_c=K_p\left(\frac{1}{RT}\right)^{\Delta n}$$

$$K_c=K_p\cdot\frac{1}{(RT)^{\Delta n}}$$

$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$ dir.

R = Gaz sabiti

$$=\frac{22,4}{273}\ \frac{atm.\ell}{mol.K}$$

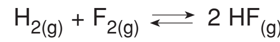
$$=0,082\ \frac{atm.\ell}{mol.K}$$

T = Mutlak sıcaklık (tepkimenin)

= 273+°C

$\Delta n = 0$ ise

$K_p = K_c$ olur.



$H_{2(g)} + F_{2(g)} \rightleftharpoons 2\ HF_{(g)}$

$\Delta n = n_ü - n_g$

$\Delta n = 2-(1+1)$

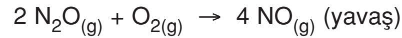
$\Delta n = 0$

$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$

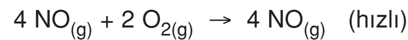
$K_p = K_c(RT)^0$

$K_p = K_c$ olur.

★ Mekanizmalı tepkimelerde denge bağıntısı toplam tepkimeye göre yazılır.

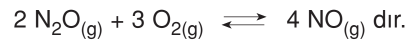


$2\ N_2O_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 4\ NO_{(g)}$ (yavaş)



$4\ NO_{(g)} + 2\ O_{2(g)} \rightarrow 4\ NO_{(g)}$ (hızlı)

mekanizması yukarıda verilen toplu tepkime;



$2\ N_2O_{(g)} + 3\ O_{2(g)} \rightleftharpoons 4\ NO_{(g)}$ dır.

Denge bağıntısı toplu tepkime için yazılır.

Buna göre;

$$K_c=\frac{[NO]^4}{[N_2O]^2[O_2]^3}\ \text{olur.}$$

★ K_c büyük ise ileri tepkimenin hız sabiti, geri tepkimenin hız sabitinden büyüktür. Denge ürünler lehinedir.

★ Derişim değiştirme, basınç değiştirme ve katalizör kullanma denge sabitlerini değiştirmez. Denge sabitleri sadece sıcaklıkla değişir.

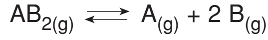
Endotermik tepkimelerde sıcaklık arttığında denge sabitinin sayısal değeri büyür.

Ekzotermik tepkimelerde sıcaklık artırıldığında denge sabitinin sayısal değeri küçülür.

1. Derişim Türünden Denge Sabiti

Bir tepkimede ürünlerin ve girenlerin derişimleri verilirse, denge bağıntısından denge sabiti hesaplanabilir. Denge sabitinin belli bir birimi yoktur. Dengedeki maddelerin katsayılarının durumuna göre değişik birimlerde gerçekleşebilir.

ÖRNEK


$AB_{2(g)} \rightleftharpoons A_{(g)} + 2\,B_{(g)}$

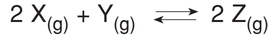
2 litrelik bir kapta, 1 mol AB_2 ile başlatılan tepkimede AB_2'nin %20'si harcanınca tepkime dengeye ulaşıyor. **Denge sabiti K_c kaçtır?**

A) 0,01 B) 0,1 C) 0,2 D) 1 E) 2

ÇÖZÜM

Azalma ve artma; tek basamak olarak "değişim" adı altında kullanılabilir.

ÖRNEK


$2\,X_{(g)} + Y_{(g)} \rightleftharpoons 2\,Z_{(g)}$

5 litrelik bir kapta, 1 mol X, 0,5 mol Y ile başlatılan tepkimede 0,5 mol Z oluşunca tepkime dengeye ulaşıyor. **Denge sabiti nedir?**

A) 0,05 B) 0,1 C) 2 D) 10 E) 20

ÇÖZÜM

2. Basınç Türünden Denge

Gazlar arasında yürüyen tepkimelerde, gazların dengedeki kısmi basınçları verilirse denge bağıntısından K_p hesaplanabilir. Dengedeki maddelerin mol sayıları ve toplam basıncın bilinmesi halinde kısmi basınç bağıntısı kullanılarak maddelerin kısmi basınçlarıda hesaplanabilir.

ÖRNEK


$2\,A_{(g)} \rightleftharpoons B_{(g)} + 3\,C_{(g)}$

1 mol A ile başlatılan tepkimede, 0,2 mol B oluşunca tepkime dengeye ulaşıyor.

Denge sırasında kaptaki toplam basınç 3,5 atm olduğuna göre, K_p'nin değeri nedir?

A) 2,8 B) 1,75 C) 1,5 D) 1,4 E) 0,75

ÇÖZÜM

ÖRNEK

$X_{(g)} + 3\,Y_{(g)} \rightleftharpoons 2\,Z_{(g)}$

tepkimesi için –173°C'de $K_c = 8{,}2$ dır.

Aynı sıcaklıkta tepkime için K_p değeri kaçtır?

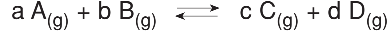
A) $\dfrac{1}{(82)^2}$ B) $\dfrac{1}{8{,}2}$ C) 8,2

D) 6,4 E) $(8{,}2)^2$

ÇÖZÜM

3. Bir Tepkimenin Denge Durumu

Herhangi bir anda, kapalı bir sistemde bir tepkimenin dengede olup olmadığını veya hangi yönde ilerlediğini denge kesiri kavramı ile açıklayabiliriz.



$a\,A_{(g)} + b\,B_{(g)} \rightleftharpoons c\,C_{(g)} + d\,D_{(g)}$

denkleştirilmiş genel tepkimesinde katsayıları üs alınarak, ürünlerin molar derişimlerinin, girenlerin molar derişimlerine oranına, denge kesiri (Q) denir.

$$Q = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$$

1. $Q = K_c$ ise tepkime dengededir. İleri tepkime hızı, geri tepkime hızına eşittir.

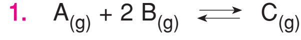
2. $Q < K_c$ ise tepkime ürünler tarafına gitmektedir. Ürünlerin derişimi artar. Girenlerin derişimi azalır. K değişmez.

3. $Q > K_c$ ise tepkime girenler tarafına gitmektedir. Ürünlerin derişimi azalır, girenlerin derişimi artar. K değişmez.

Tepkimenin girenler veya ürünler yönüne bir eğiliminin olduğunu söylemek hemen tepkime olacağını göstermez. Tepkime o kadar yavaş olabilir ki, beklediğimiz sürede dengeye ulaşamaz. Hidrojen ve oksijenin bir karışımı su oluşturma eğilimindedir; fakat, oda sıcaklığında ve başlatıcı bir kıvılcımın yokluğunda, tepkime yok denecek kadar yavaştır. Sonuç olarak;

Q < K ise bir tepkimenin ürünleri oluşturma;

Q > K ise girenleri oluşturma eğilimi vardır.



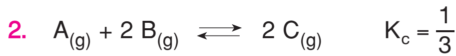
1. $A_{(g)} + 2\,B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)}$

5 litrelik bir kapta 1,2 mol A ve 1,9 mol B konularak tepkime oluşturuluyor. 0,7 mol A harcanınca sistem dengeye ulaşıyor.

Denge sabiti K_c kaçtır?

A) 5,6 B) 2,8 C) 1,4 D) 70 E) 140

ÇÖZÜM



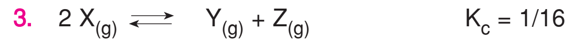
2. $A_{(g)} + 2\,B_{(g)} \rightleftharpoons 2\,C_{(g)}$ $K_c = \frac{1}{3}$

1 litrelik kaba 0,8 mol B ile X mol A konuluyor. Tepkime dengeye ulaştığında C'nın derişimi 0,2M oluyor.

Kaba konulan A kaç mol dür?

A) 0,32 B) 0,43 C) 6,84 D) 1,3 E) 2,7

ÇÖZÜM



3. $2\,X_{(g)} \rightleftharpoons Y_{(g)} + Z_{(g)}$ $K_c = 1/16$

1 litrelik bir kapta 3 mol X gazı vardır.

Tepkime dengeye ulaştığında kapta kaç mol X bulunur?

A) 2,4 B) 2 C) 0,6 D) 0,4 E) $\frac{1}{3}$

ÇÖZÜM

4. $2\ HF_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + F_{2(g)} \qquad K_c = 10^{-2}$

1 litrelik kapta her gazdan 4'er mol vardır.

Dengedeki sistemde kaç mol HF bulunur?

A) 10 B) 8 C) 6 D) 4 E) 3

ÇÖZÜM

5. 12 mol A ve 8 mol B 2 litrelik bir kaba konuluyor.

$A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)} + D_{(g)}$

tepkimesinde B'nin derişimi 1 mol/litre olunca tepkime dengeye ulaşıyor.

Tepkimenin denge sabiti kaçtır?

A) 4 B) 3 C) 2 D) 1 E) 0,5

ÇÖZÜM

6. $2\ X_{(g)} + Y_{(g)} \rightleftharpoons 2\ Z_{(g)} \qquad K_c = 9$

1 litrelik bir kap içerisine 2,4 mol X ve bir miktar Y konuluyor. Tepkime dengeye ulaştığında Z'nin molar derişimi 1,8 mol/litre oluyor.

Buna göre başlangıçtaki Y gazı kaç moldür?

A) 9 B) 4,8 C) 3,6 D) 3,2 E) 1,9

ÇÖZÜM

7. $2\,SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2\,SO_{3(g)}$ $K_c = 20$

2 litrelik bir kaba 64 g SO_2 gazı ve bir miktar oksijen gazı konuluyor.

Tepkime denge durumunda iken kapta 40 g SO_3 gazı olduğuna göre kaba kaç gram O_2 gazı konulmuştur? (S: 32, O: 16)

A) 16 B) 12 C) 11,2 D) 8 E) 5,6

ÇÖZÜM

8. $2\,X_{(g)} + Y_{(g)} \rightleftharpoons Z_{(g)} + T_{(g)}$

V litrelik bir kaba 0,4 mol X ve 0,8 mol Y konuluyor. Denge kurulduğunda kapta 0,1 mol Z bulunuyor. **Denge sabiti 10 olduğuna göre kabın hacmi kaç litredir?**

A) 2,8 B) 5,6 C) 12 D) 18 E) 28

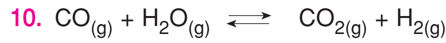
ÇÖZÜM

9. $X_{(g)} + Y_{(g)} \rightleftharpoons Z_{(g)} + T_{(g)}$ $K=\frac{1}{9}$

2 litrelik bir kaba 2 mol X ve 2 mol Y konularak tepkime başlatılıyor. **Tepkime dengeye ulaştığında Z'nin molar derişimi kaç olur?**

A) 0,25 B) 0,5 C) 1,25 D) 1,75 E) 2,2

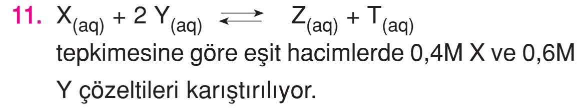
ÇÖZÜM

10. 
$CO_{(g)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + H_{2(g)}$

tepkimesinin belli bir sıcaklıkta denge sabiti K = 16'dır. 2 litrelik bir kaba 2 mol CO ve 2 mol H_2O konuluyor. **Tepkime dengeye ulaştığında CO gazının derişimi kaç molar olur?**

A) 1,6 B) 0,8 C) 0,4 D) 0,2 E) 0,1

ÇÖZÜM

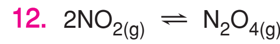
11. 
$X_{(aq)} + 2\,Y_{(aq)} \rightleftharpoons Z_{(aq)} + T_{(aq)}$

tepkimesine göre eşit hacimlerde 0,4M X ve 0,6M Y çözeltileri karıştırılıyor.

Dengede T'nin derişimi 0,05 M olduğuna göre denge sabiti K_c değeri nedir?

A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{5}{6}$ C) $\frac{5}{12}$ D) $\frac{1}{9}$ E) $\frac{1}{12}$

ÇÖZÜM

12. 
$2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$

tepkimesi için t°C de Kp = 4 tür.

Sistem t°C'de denge halinde iken N_2O_4 ün kısmi basıncı 1 atm ise toplam gaz basıncı kaç atm dir?

A) 0,75 B) 1,25 C) 1,50
D) 1,75 E) 2,25

ÇÖZÜM

1. $2\,X_{(g)} + Y_{(g)} \rightleftharpoons 2\,Z_{(g)}$
5 litrelik bir kaba 1,5 mol X ve 0,6 mol Y konuluyor. Y'nin 0,5 molü harcanınca tepkime dengeye ulaşıyor. **K_c'nin sayısal değeri kaçtır?**

2. $2\,CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2\,CO_{2(g)}$
2 litrelik bir kaba 0,4 mol CO ve 0,35 mol O_2 gazı konularak başlatılan tepkimede CO gazının %75'i harcanınca tepkime dengeye ulaşıyor.
Buna göre,
a) CO_2 gazının denge derişimi kaç mol/ℓ dir?
b) Tepkimenin denge sabiti K_c kaçtır?
c) Denge sabitinin birimi nedir?

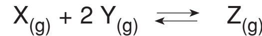
3. $3\,X_{(g)} + 2\,Y_{(g)} \rightleftharpoons 2\,Z_{(g)}$
2,5 litrelik bir kaba 1,25 mol X, 1,5 mol Y konularak başlatılan tepkime dengeye ulaşınca Z'nin derişimi 0,2 M olmaktadır.
Buna göre,
a) X'in yüzde kaçı harcanmıştır?
b) Denge sabiti K_c kaçtır?

4. $X_{(g)} + 2\,Y_{(g)} \rightleftharpoons Z_{(g)}$
1 litrelik bir kaba 1,8 mol X ve 1,6 mol Y konularak başlatılan tepkimede X'in $\frac{1}{3}$ ü harcanınca tepkime dengeye ulaşıyor.
Buna göre,
a) Tepkimenin denge sabiti K_c kaçtır?
b) Denge sırasında kaptaki toplam basınç 1,1atm olduğuna göre K_p kaçtır?

5. $A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)} + D_{(g)}$
Tepkimesinin belli bir sıcaklıkta denge sabiti $K_d = 4$ tür.
2 litrelik bir kaba 1 mol A konularak başlatılan tepkimede C'nin denge derişiminin 0,4 M olması için kaba kaç mol B konulmalıdır?

6. $2\,SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2\,SO_{3(g)}$ $\quad K_c = 9$
V litrelik bir kaba 1,1 mol SO_2 ve 0,7 mol O_2 konularak başlatılan tepkimede 0,6 mol SO_3 oluşunca tepkime dengeye ulaşıyor.
Tepkime kabının hacmi kaç litredir?

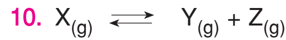
7. $X_{(g)} + 2\,Y_{(g)} \rightleftharpoons 2\,Z_{(g)}$
2 litrelik bir kaba 6 mol X ve 12 mol Y konularak başlatılan tepkimede X'in $\frac{2}{3}$ ü harcanınca tepkime dengeye ulaşıyor.
Denge sırasında tepkime hızı 2 mol/ℓ.s dir.
Tepkime tek basamakta gerçekleştiğine göre,
a) Denge sabiti K_c kaçtır?
b) Tepkimenin hız sabiti kaçtır?
c) Tepkimenin başlangıç hızı kaç mol/ℓ.s dir?

8. Belirli bir sıcaklıkta 2 litrelik bir tepkime kabına 6 mol X ve 10 mol Y konuluyor.

$X_{(g)} + 2\,Y_{(g)} \rightleftharpoons Z_{(g)}$
tepkimesinin başlangıç hızı 3.10^{-3} mol/ℓ.s dir.
Sistem dengeye ulaşınca kapta 2 mol X'in kaldığı görülüyor. **Buna göre;**
a) İleri tepkimenin hız sabiti nedir?
b) Denge sırasında tepkimenin hızı kaç mol/ℓ.s dir.
c) Denge sabiti K_c kaçtır?

9. 
$A_{(g)} + 2\,B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)} + 4\,D_{(g)}$

Belirli bir sıcaklıkta V litrelik bir kapta 0,75 mol A ve 1,5 mol B ile başlatılan tepkimede A'nın $\frac{1}{3}$ ü harcanınca tepkime dengeye ulaşıyor.

Başlangıçta gaz karışımının toplam basıncı 1,8 atm olduğuna göre, kısmi basınca bağlı denge sabiti K_p kaçtır?

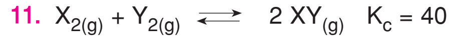
10. 
$X_{(g)} \rightleftharpoons Y_{(g)} + Z_{(g)}$

200°C'de bir kaba bir miktar X gazı konuyor. Denge kurulunca toplam basıncın 1,4 atm, X'nin denge basıncının 0,2 atm olduğu görülüyor.

Buna göre,

a) Tepkimenin kısmi basınca bağlı denge sabiti K_p kaçtır?

b) Tepkimenin denge sabitinin birimi nedir?

11. 
$X_{2(g)} + Y_{2(g)} \rightleftharpoons 2\,XY_{(g)} \quad K_c = 40$

220°C'de 2 litrelik bir kapta 0,4 mol X_2, 0,8 mol Y_2 ve 1,6 mol XY bulunuyor. **Buna göre,**

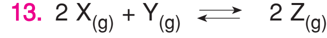
a) Tepkime dengede midir?

b) Tepkime dengede değilse tepkime hangi yönde ilerlemektedir?

12. 
$A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)} + D_{(g)}$

1 litrelik bir kaba 1 mol A ve 1 mol B konularak başlatılan tepkimede 0,6 mol C oluşunca denge oluşuyor.

Aynı koşulda 1 litrelik bir kaba 2 mol A ve 2 mol B konularak başlatılan tepkimede A'nın denge derişimi kaç mol/litre olur?

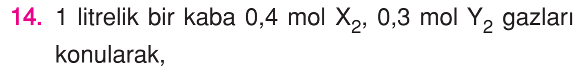
13. 
$2\,X_{(g)} + Y_{(g)} \rightleftharpoons 2\,Z_{(g)}$

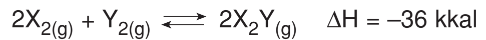
4 litrelik bir kaba n mol X ve n mol Y konularak başlatılan tepkimede denge kurulunca kaptaki toplam basınç 164 atm olarak ölçülüyor.

$P_Y = P_Z$ olduğuna göre;

a) Tepkimenin denge sabiti K_p kaçtır?

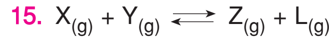
b) Kaptaki sıcaklık 527 °C olduğuna göre K_c kaçtır?

14. 
1 litrelik bir kaba 0,4 mol X_2, 0,3 mol Y_2 gazları konularak,

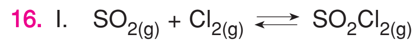

$2X_{2(g)} + Y_{2(g)} \rightleftharpoons 2X_2Y_{(g)} \quad \Delta H = -36$ kkal

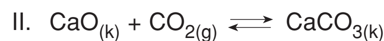
tepkimesi başlatılıyor. 3,6 kkal ısı açığa çıktığı anda tepkime dengeye ulaşıyor.

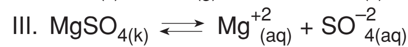
Buna göre, denge sabiti K_c kaçtır?

15. 
$X_{(g)} + Y_{(g)} \rightleftharpoons Z_{(g)} + L_{(g)}$

Tepkimesinin t °C'de denge sabiti $K_c = 4$ tür. 2 litrelik bir kaba n mol X gazı ve 0,4 mol Y gazı konuluyor. **Tepkime dengeye ulaştığında kapta 0,2 mol Z bulunduğuna göre, başlangıçta kaba kaç mol X gazı konulmuştur?**

16. 
I. $SO_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons SO_2Cl_{2(g)}$


II. $CaO_{(k)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons CaCO_{3(k)}$


III. $MgSO_{4(k)} \rightleftharpoons Mg^{+2}_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$

Yukarıda verilen tepkimelerden hangilerinde maksimum düzensizlik eğilimi ürünler lehinedir?

KİMYASAL DENGEYİ ETKİLEYEN DEĞİŞKENLER

A) LE CHATELİER PRENSİBİ

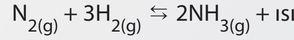
B) DENGE SABİTİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

C) KİMYASAL TEPKİMELERDE ÜRÜN VERİMİ

Yirminci yüzyılın başlarında dünyanın azot esaslı gübrelere çok fazla ihtiyaç vardı. Gübre ve patlayıcılar için kullanılan nitratların hemen hemen tamamı Şili'deki maden ocaklarından temin ediliyordu ve bu sınırlı kaynak, ihtiyacı karşılayamıyordu.

Atmosferdeki bol azotun bu bileşiklere dönüştürülmesi için bakterilerin kullanılması geniş çaplı uygulamalarda ekonomik değildi. Alman kimyacısı Firtz Haber, sabırlı çalışması ve birazda şansı sayesinde hava azotunu gübreye dönüştürmek için ekonomik bir yol buldu.

Haber, gazları sıkıştırmak ve oluşan amonyağı uzaklaştırmak gerektiğini farketti. Sıkışma;



$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \leftrightarrows 2NH_{3(g)} + \text{ısı}$$

denge tepkimesini amonyak lehine kaydırır ki bu da ürün verimini artırır. Amonyağın ortamdan alınması da daha fazla amonyak oluşmasını sağlar. Ayrıca, Haber düşük sıcaklıklarda çalışmak istedi, çünkü sentez reaksiyonu ısı verendir ve düşük sıcaklık, ürün verimini artırır. Fakat azot ve hidrojen düşük sıcaklıkta çok yavaş birleşir, bu nedenle Haber, düşük sıcaklıkta reaksiyon hızını artırmak için bir yol bulmalıydı. Haber bu problemi katalizör kullanarak çözdü. Kimya mühendisi Carl Bosch ile ortaklaşa tasarlanan Haber projesi, halen bütün dünyada kullanılmaktadır.

4. BÖLÜM

KİMYASAL DENGEYİ ETKİLEYEN DEĞİŞKENLER

A. LE CHATELİER PRENSİBİ

Dengedeki bir sistem, bir dış etkiyle bozulursa, sistem bu etkiyi azaltıp yeniden dengeye varacak şekilde bir tepki gösterir.

Bir tepkimede çarpışma sayısını arttırıcı etkiler yapıldığında tepkime azaltma yönünde tepki gösterir.

Bu etkiler;

★ Derişim Etkisi

★ Basınç ve Hacim Etkisi

★ Sıcaklık Etkisi

★ Katalizör Etkisi

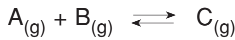
1. Derişim Etkisi

Denge bağıntısında yer alan maddelerden birinin eklenmesi ya da çıkarılması anında denge bozulur.

★ Bir tepkimede bulunan katı maddelerden ekleme ya da çıkarmanın dengeye etkisi olmaz.

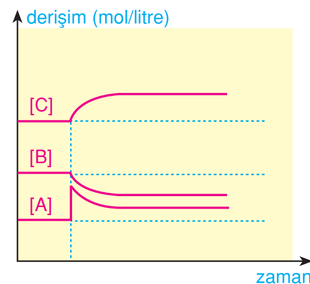
★ Bir tepkimede bulunan sıvı maddelerden ekleme ya da çıkarmanın dengeye etkisi olmaz.

★ Bir tepkimede bulunan gaz maddelerden biri eklenirse, tepkime bu maddeyi azaltma yönünde tepki gösterir.

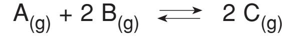


tepkimesi dengede iken ortama A ilave edilirse, tepkime A maddesini azaltma yönünde tepki gösterir. Ancak A'nın denge derişimi ilk haline gelemez.

[A]	[B]	[C]
Artar	Azalır	Artar

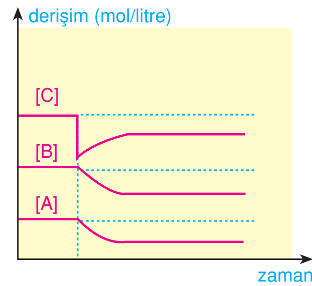


★ Bir tepkime dengede iken gazlardan biri ortamdan alınırsa, tepkime azalan maddeyi artırmak için tepki gösterir. Azalan maddenin derişimi ilk haline gelemez.

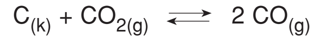


tepkimesi dengede iken ortamdan bir miktar C çekiliyor. Maddelerin derişimi;

[A]	[B]	[C]
Azalır	Azalır	Azalır



★ Çözelti halindeki maddelerin eklenmesi ya da derişimlerinin azaltılması denge durumunu etkiler.

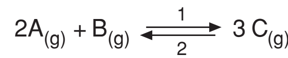


tepkimesinde ortama karbon eklenmesi ya da ortamdan alınması denge durumunu etkilemez. CO_2 ve CO gazlarının ilave edilmesi ya da ortamdan alınması denge durumunu etkiler.



tepkimesi dengede iken ortama H^+ veya Mg^{+2} ilave edilmesi dengeyi bozar. H_2 gazı ilave etmek ya da ortamdan almak dengeyi etkiler. Mg katısını eklemek ise dengeyi etkilemez.

ÖRNEK



Tepkimesi dengede iken ortama bir miktar B ilave ediliyor. **Buna göre;**

I. Tepkime ürünler tarafına gider.

II. A'nın denge derişimi azalır.

III. İleri tepkime hızı geri tepkime hızından büyük olur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

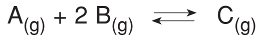
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

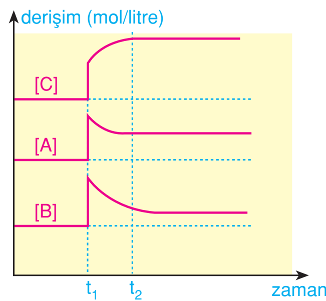
2. Basınç ve Hacim Etkisi

Gazların yer aldığı tepkimelerde sabit sıcaklıkta hacim küçültülürse, tüm gazların derişimi artar. Kısmi basınçlar ve toplam basınç artar. Denge bozulur. Sistem yüksek basınçtan kurtulmak için molekül sayısını azaltma yönünde ilerler.

★ Girenlerin katsayıları toplamı, ürünlerin katsayıları toplamından fazla ise, hacim azaltılarak basınç artırılırsa tepkime ürünler tarafına gider. Tüm maddelerin derişimi artar. Girenlerin mol sayıları azalırken ürünlerin mol sayıları artar. Denge sabiti K değişmez.


$A_{(g)} + 2\,B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)}$

tepkimesi dengede iken hacim azaltılarak basınç artırılırsa A, B ve C'nin derişimi artar. Birim hacimdeki molekül sayısı artar. Sistem bozulan dengeyi yeniden kurmak ve birim hacimdeki molekül sayısını azaltmak için ürünler tarafına gider. C'nin mol sayısı artarken A ve B'nin mol sayısı azalır. Ancak A, B ve C'nin denge derişimi artmış olur.

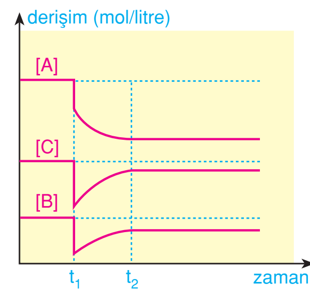


Dengede iken t_1 anında hacim azaltılıyor. t_2 anında yeniden denge kuruluyor.

★ Girenlerin katsayıları toplamı, ürünlerin katsayıları toplamından az ise, hacim azaltılarak basınç artırılırsa tepkime girenler tarafına gider. Girenlerin mol sayıları artarken ürünlerin mol sayıları azalır. Tüm maddelerin denge derişimi artar. Denge sabiti K_c değişmez. Daha fazla ürün elde etmek için hacim artırılarak basınç azaltılmalıdır. Bu durumda tepkimedeki tüm maddelerin derişimi azalır, ancak ürünün mol sayısı artar.


$2\,A_{(g)} \rightleftharpoons B_{(g)} + 3\,C_{(g)}$

tepkimesi dengede iken hacim azaltılırsa tepkime girenler tarafına gider. Elde edilen ürünün mol sayısı azalır. Hacim artırılırsa tepkime sağa gider. Elde edilen ürünlerin mol sayısı artar.

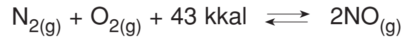


Dengedeki tepkimede t_1 anında hacim artırılıyor. A, B ve C'nin derişimleri azalıyor. Tepkime sağa gider. B ve C'nin mol sayısı artarken A'nın mol sayısı azalır. Ancak, tüm maddelerin denge derişimi azalır.

3. Sıcaklık Etkisi

Bir tepkime dengede iken sıcaklık artırılırsa, tepkime enerjiyi azaltacak şekilde tepki gösterir. Isının bulunduğu taraftan diğer tarafa gider.

★ Tepkime endotermik ise enerji giren durumdadır. Sıcaklık artırılırsa, tepkime enerjiyi, dolayısıyla sıcaklığı azaltmak için ürünler tarafına gider. Ürünlerin mol sayısı ve denge derişimi artar. Girenlerin mol sayısı ve denge derişimi azalır. Denge sabiti K'nın sayısal değeri artar.


$N_{2(g)} + O_{2(g)} + 43\text{ kkal} \rightleftharpoons 2NO_{(g)}$

tepkimesi endotermiktir. Dengede iken sıcaklık artırılırsa, her iki yöndeki tepkimeler hızlanır, ancak sağa doğru olan daha çok hızlanır. Tepkime sağa gider. NO'nun mol sayısı ve denge derişimi artar. N_2 ve O_2'nin mol sayıları ve denge derişimleri azalır. K denge sabiti artar.

Sistemin sıcaklığı azaltılırsa tepkime enerji ve sıcaklığı artırmak için sola gider.

★ Tepkime ekzotermik ise enerji ürün durumdadır. Sıcaklık artırılırsa, tepkime enerjiyi azaltmak ve sıcaklığı düşürmek için girenler tarafına gider. Ürünlerin mol sayısı ve derişimi azalırken, girenlerin mol sayısı ve derişimi artar. K sabitinin sayısal değeri azalır.



$$N_{2(g)} + 3\,H_{2(g)} \rightleftharpoons 2\,NH_{3(g)} + 22 \text{ kkal}$$

tepkimesi dengede iken sıcaklık artırılırsa her iki yöne tepkime hızı artar, ancak geri tepkime daha çok hızlanır. Tepkime girenler tarafına gider. Ürün azalır. Girenler artar. N_2 ve H_2'nin mol sayıları ve derişimleri artarken NH_3 gazının mol sayısı ve derişimi azalır. K sabiti küçülür.

★ Denge sabitlerini etkileyen tek faktör sıcaklıktır. Tepkimenin türü K sabitlerini belirler, sıcaklık ise K sabitini etkiler. Bir tepkimenin her sıcaklık değeri için farklı bir K sabiti vardır.

Tepkime endotermik ise sıcaklık artırıldığında denge sabiti artar.

$\Delta H > 0$ ise T↗ K↗

Tepkime ekzotermik ise sıcaklık artırıldığında denge sabiti küçülür.

$\Delta H < 0$ ise T↗ K↘

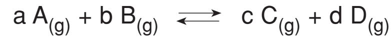
ÖRNEK

ÇÖZÜM

4. Katalizör Etkisi

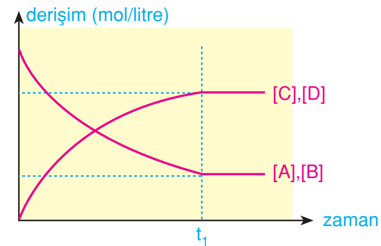
Denge tepkimesinde katalizör kullanılırsa, katalizör; ileri ve geri tepkimeleri aynı anda hızlandırır. İleri ve geri aktifleşme enerjilerini aynı oranda azaltır. Denge halini bozmaz. K sabitini etkilemez. Denge sabiti tepkimenin izlediği yola ve mekanizmaya bağlı olmadığından katalizör denge sabitini etkilemez. Denge sabiti tepkimenin başlangıç ve sonuç durumuna bağlıdır. Oysa katalizör başlangıç ve sonuç durumunda yer almaz.

Katalizör kullanılırsa dengenin daha çabuk kurulmasını sağlar.



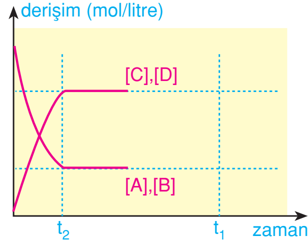
$$a\,A_{(g)} + b\,B_{(g)} \rightleftharpoons c\,C_{(g)} + d\,D_{(g)}$$

tepkimesinin grafiği;



olarak verilmiştir.

Bu tepkimede katalizör kullanılırsa, tepkimenin grafiği;



şeklinde olur.

Bir tepkimede katalizör kullanmak;

– Tepkimenin yönünü etkilemez.

– Tepkimenin entalpisini etkilemez.

– Oluşan ürünün cinsini ve miktarını etkilemez.

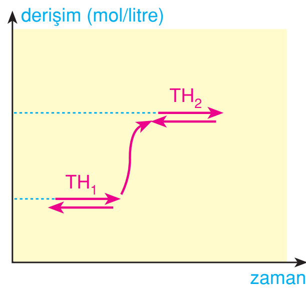
– Denge sabiti K değişmez.

– İleri ve geri aktifleşme enerjileri değişir.

– İleri ve geri tepkimelerin hız sabitleri değişir.

– Tepkimenin mekanizması değişir.

– Dengeye ulaşmamış bir tepkimenin dengeye ulaşması daha erken gerçekleşir.



Tersinir bir tepkimede katalizör kullanılırsa tepkime hızı 1. durumdan 2. duruma değişir. Katalizör ileri ve geri tepkimelerinin hızını aynı oranda artırır. Bundan dolayı denge bozulmaz. Grafikte 2. durumda tepkime hızları daha yüksektir. Bir tepkimede katalizör kullanılması denge sırasındaki tepkime hızlarını artırırken denge durumunu değiştirmez.

ÖRNEK



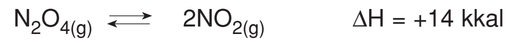
$X_{(g)} + Y_{(g)} \rightleftharpoons Z_{(g)} + \text{ısı}$

tepkimesi dengede iken sıcaklık artırılırsa aşağıdakilerden hangisi doğru olur?

	[X]	[Z]	K
A)	Artar	Azalır	Küçülür
B)	Azalır	Artar	Büyür
C)	Azalır	Artar	Değişmez
D)	Artar	Azalır	Değişmez
E)	Artar	Azalır	Büyür

ÇÖZÜM

ÖRNEK



$N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ $\Delta H = +14$ kkal

Renksiz Kahverengi

tepkime dengede iken;

I. Sıcaklığı artırmak

II. Kabın hacmini küçültmek

kaptaki gaz karışımının rengini nasıl etkiler?

I. de	II. de
A) Renk koyulaşır	Renk değişmez
B) Renk koyulaşır	Renk koyulaşır
C) Renk açılır	Renk açılır
D) Renk koyulaşır	Renk açılır
E) Renk açılır	Renk koyulaşır

ÇÖZÜM

B. DENGE SABİTİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Sıcaklık Etkisi

Tersinir bir tepkimenin denge sabitinin sayısal değerini;

★ Maddelerden birinin ya da bir kaçının miktarını değiştirmek,

★ Basıncı değiştirmek

★ Katalizör kullanmak

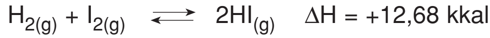
★ Tepkime kabının hacmini artırmak veya azaltmak

işlemleri değiştirmez. Denge sabitinin sayısal değerini sadece sıcaklık değiştirir.

Sıcaklık aynı olduğu sürece verilen bir tepkimenin denge sabiti de aynı kalır.

a) Isı alarak ilerleyen tepkimelerde sıcaklık artırılırsa, tepkime ısıyı tüketen yönde kayarak dengeye ulaşmaya çalışır. Ürünlerin mol sayısı ve derişimi artar. Girenlerin mol sayısı ve derişimi azalır. Denge sabitinin sayısal değeri artar.

$\Delta H > 0$ ise T artarsa K büyür.



$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)} \quad \Delta H = +12,68$ kkal

tepkimesi endotermiktir. Sıcaklık artırılırsa tepkime sağa kayar. HI'nin miktarı artar. H_2 ve I_2 miktarı azalır. Denge sabiti K büyür.

b) Isı vererek ilerleyen tepkimelerde sıcaklık artırılırsa, tepkime ısıyı tüketen yönde ilerler. Ürünlerin mol sayısı ve derişimi azalır, girenlerin mol sayısı ve derişimi artar. Denge sabitinin sayısal değeri küçülür.

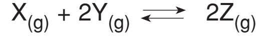
$\Delta H < 0$ ise T artarsa, K küçülür.



$C_2H_{2(g)} + H_2O_{(s)} \rightleftharpoons CH_3CHO_{(s)} \quad \Delta H = -33$ kkal

tepkimesi dengede iken sıcaklık artırılırsa C_2H_2 nin ve $H_2O_{(s)}$ nin mol sayısı artar, CH_3CHO nun mol sayısı azalır. C_2H_2 nin mol sayısı ve derişimi arttığı için denge sabiti K küçülür.

ÖRNEK



$X_{(g)} + 2Y_{(g)} \rightleftharpoons 2Z_{(g)}$

Tepkimesinde 25°C de K = 2, 100°C de K = 0,72 dir.

Buna göre,

I. Tepkime endotermiktir.

II. Sıcaklık artırılırsa denge girenler yönünde kayar.

III. 100 °C de kaptaki molekül sayısı, 25 °C de kaptaki molekül sayısından çoktur.

IV. Sıcaklık sabit tutulup kaptaki basınç 2 katına çıkacak şekilde hacim azaltılırsa, denge sabiti büyür.

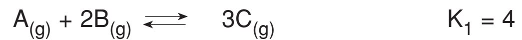
yargılarından hangileri doğru olur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve IV
D) II ve III E) II, III ve IV

ÇÖZÜM

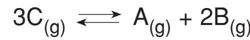
Katsayıların Değişiminin Etkisi

1. Bir tepkimenin denge sabiti K ise, aynı sıcaklıkta tepkime ters çevrildiğinde oluşan tepkimenin denge sabiti $\frac{1}{K}$ olur.



$A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons 3C_{(g)} \qquad K_1 = 4$

$$K_1 = \frac{[C]^3}{[A][B]^2}$$

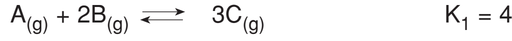


$3C_{(g)} \rightleftharpoons A_{(g)} + 2B_{(g)}$

$$K_2 = \frac{[A][B]^2}{[C]^3} = \frac{1}{\frac{[C]^3}{[A][B]^2}}$$

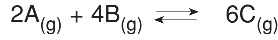
$$K_2 = \frac{1}{K_1} \Rightarrow K_2 = \frac{1}{4} \Rightarrow K_2 = 0,25$$

2. Denge sabiti tepkimenin katsayılarına bağlıdır. Bir tepkimenin tüm katsayıları bir sayı ile çarpılırsa, yeni tepkimenin denge sabitini bulmak için çarpan olarak kullanılan sayılar, ilk denge sabitine üs olarak gelir.



$A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons 3C_{(g)} \qquad K_1 = 4$

$$K_1 = \frac{[C]^3}{[A][B]^2}$$

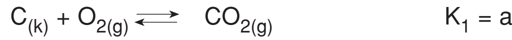


$2A_{(g)} + 4B_{(g)} \rightleftharpoons 6C_{(g)}$

$$K_2 = \frac{[C]^6}{[A]^2[B]^4} = \left[\frac{[C]^3}{[A][B]^2}\right]^2$$

$$K_2 = K_1^2 = 4^2 = 16$$

3. İki ya da daha çok sayıda tepkime toplanıyorsa, toplam tepkimenin denge sabitini bulmak için toplanan tepkimelerin denge sabitleri çarpılır.

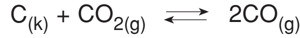


$C_{(k)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} \qquad K_1 = a$



$C_{(k)} + 1/2O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} \qquad K_2 = b$

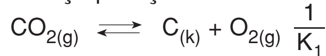
tepkimeleri bilindiğine göre,



$C_{(k)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$

tepkimesinin denge sabiti bulunabilir.

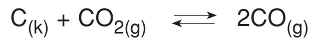
Birinci tepkime ters çevrilmiştir. İkinci tepkime ise 2 ile çarpılmıştır.



$CO_{2(g)} \rightleftharpoons C_{(k)} + O_{2(g)} \qquad \frac{1}{K_1}$



$2C_{(k)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)} \qquad K_2^2$



$C_{(k)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$

için denge sabiti;

$$K_3 = \frac{1}{K_1} \cdot K_2^2 \text{ olur.}$$

$$= \frac{1}{a} \cdot b^2$$

$$= \frac{b^2}{a} \text{ olur.}$$

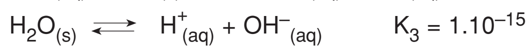
ÖRNEK



$HCN_{(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + CN^-_{(aq)} \qquad K_1 = 5.10^{-10}$

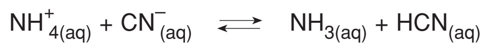


$NH_{3(aq)} + H_2O_{(s)} \rightleftharpoons NH^+_{4(aq)} + OH^-_{(aq)} \qquad K_2 = 2.10^{-5}$



$H_2O_{(s)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \qquad K_3 = 1.10^{-15}$

olduğuna göre,



$NH^+_{4(aq)} + CN^-_{(aq)} \rightleftharpoons NH_{3(aq)} + HCN_{(aq)}$

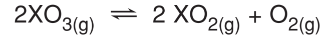
tepkimesinin denge sabiti K_4 kaçtır?

A) 0,1 B) 0,2 C) 0,4 D) 2 E) 10

ÇÖZÜM

ESEN YAYINLARI

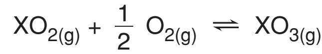
ÖRNEK



$2XO_{3(g)} \rightleftharpoons 2\,XO_{2(g)} + O_{2(g)}$

tepkimesinin 125°C'deki denge sabiti K = 0,25 dir.

Buna göre;



$XO_{2(g)} + \frac{1}{2}\,O_{2(g)} \rightleftharpoons XO_{3(g)}$

tepkimesinin 125°C'deki denge sabiti kaçtır?

A) 0,5 B) 1 C) 2 D) 4 E) 16

ÇÖZÜM

1. $2\ CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2\ CO_{2(g)} + 135{,}2$ kkal
aşağıdaki işlemlerden hangisi CO_2 gazının denge derişimini artırmaz?

A) Tepkime kabını soğutmak
B) CO_2 gazı ilave etmek
C) CO gazı ilave etmek
D) Ortama O_2 eklemek
E) Hacmi büyütmek

ÇÖZÜM

2. $CH_{4(g)} + 2H_2S_{(g)} \rightleftharpoons CS_{2(g)} + 4H_{2(g)}$
Dengesinin kurulduğu bir kapta bir miktar CH_4 uzaklaştırılırsa, aşağıdakilerden hangisi doğru olur?

	$[H_2S]$	$[H_2]$	K
A)	Azalır	Azalır	Küçülür
B)	Artar	Azalır	Küçülür
C)	Artar	Azalır	Değişmez
D)	Azalır	Artar	Değişmez
E)	Azalır	Artar	Büyür

ÇÖZÜM

3. $aX_{(g)} \rightleftharpoons bY_{(g)}$
dengesi için aşağıdaki bilgiler veriliyor.
• 500 K'de $K_P = 1.10^{-3}$
• 500 K'de $K_d = 1.10^{-2}$
• 200 K'de $K_P = 1.10^{-2}$
Buna göre,
I. Tepkime ekzotermiktir.
II. a > b dir
III. Sıcaklık artırılırsa dengedeki X miktarı artar.
ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) I ve II
D) I ve III
E) I, II ve III

ÇÖZÜM

4. $NH_4Cl_{(k)} \rightleftharpoons NH_{3(g)} + HCl_{(g)}$
Dengesinin kurulduğu bir kaba bir miktar NH_3 eklenirse, aşağıdakilerden hangisi doğru olur?

	[HCl]	$[NH_4Cl]$	K
A)	Azalır	Artar	Değişmez
B)	Azalır	Değişmez	Değişmez
C)	Azalır	Değişmez	Küçülür
D)	Değişmez	Değişmez	Değişmez
E)	Artar	Artar	Büyür

ÇÖZÜM

5. $2X_{(g)} + Y_{(g)} \rightleftarrows 2Z_{(g)}$
1 litre bir kapta sistem dengede iken 0,4 mol X, 0,2 mol Y ve 0,4 mol Z bulunmaktadır.
Z gazının dengedeki mol sayısının 0,6 mol olması için kaba kaç mol Y eklenmelidir?

A) 0,2 B) 1,7 C) 2 D) 3,4 D) 8,5

ÇÖZÜM

6. I. $C_{(k)} + H_2O_{(g)} \rightleftarrows CO_{(g)} + H_{2(g)}$
II. $CO_{(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftarrows CH_{4(g)} + H_2O_{(g)}$
Yukarıdaki iki tepkimenin, bulundukları kapların hacimleri azaltılırsa CO gazının kısmi basıncı başlangıca göre nasıl değişir?

	I. de	II. de
A)	Artar	Artar
B)	Azalır	Artar
C)	Değişmez	Azalır
D)	Artar	Azalır
E)	Azalır	Azalır

ÇÖZÜM

7. I. $HF_{(aq)} \rightleftarrows H^+_{(aq)} + F^-_{(aq)}$
II. $Fe^{+3}_{(aq)} + SCN^-_{(aq)} \rightleftarrows FeSCN^{+2}_{(aq)}$
III. $Ag(CN)^-_{2(aq)} \rightleftarrows Ag^+_{(aq)} + 2CN^-_{(aq)}$
Suda oluşan yukarıdaki dengelerden hangilerinde su eklenmesi dengeyi ürünler yönünde kaydırır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

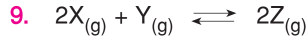
ÇÖZÜM

8. $C_{(k)} + CO_{2(g)} \rightleftarrows 2CO_{(g)}$ $\Delta H = 41,2$ kkal

Yukarıdaki tepkime belirli bir sıcaklıkta dengede bulunmaktadır. **Sıcaklık yükselirse,**
I. Kaptaki basınç artar.
II. Kaptaki C miktarı artar.
III. Tepkimenin denge sabiti büyür.
yargılarından hangileri doğru olur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

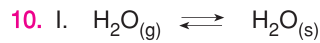
9. 
$2X_{(g)} + Y_{(g)} \rightleftharpoons 2Z_{(g)}$

Bir litrelik bir kapta 1 mol X, 0,5 mol Y ile başlatılan tepkimede 0,5 mol Z oluşunca sistem dengeye ulaşıyor.

Z'nin denge derişiminin 0,8M olması için kaba kaç mol Y ilave edilmelidir?

A) 0,5 B) 1 C) 1,5 D) 2,5 E) 3,9

ÇÖZÜM

10. I.  $H_2O_{(g)} \rightleftharpoons H_2O_{(s)}$

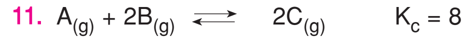
II.  $2F_{(g)} \rightleftharpoons F_{2(g)}$

III.  $H_{(g)} \rightleftharpoons H^{+}_{(g)} + e^{-}$

Yukarıda verilen olaylar dengededir. Hangilerinde sıcaklık artırılırsa denge sabiti K büyür?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

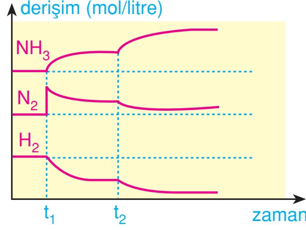
11. 
$A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(g)}$ $K_c = 8$

2 litrelik bir kaba 2 mol A, 2 mol B ve 4 mol C konuluyor. **Sabit sıcaklıkta hangisi yanlış olur?**

A) A nın denge derişimi 1M dan küçüktür.
B) Tepkime ürünler tarafına giderek dengeye ulaşır.
C) Kaptaki mol sayısı 8 molden az olur.
D) C nin derişimi 2M den büyük olur.
E) Kaptaki toplam basınç artar.

ÇÖZÜM

1. $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ + 22 kkal
tepkimesinin derişim zaman grafiği aşağıda verilmiştir. **Buna göre,**

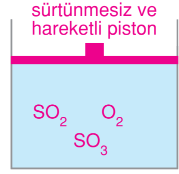


a) t_1 anında uygulanan etki nedir?
b) t_2 anında uygulanan etki nedir?

2. Kapalı bir kapta bulunan
$2A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(g)}$ $\Delta H < 0$
tepkimesi dengededir.
I. Ortalama A gazı eklemek
II. Kap hacmini büyütmek
III. Sıcaklığı düşürmek
İşlemlerinden hangileri dengeyi ürün yönünde kaydırır?

3. Kapalı bir kapta, belli sıcaklıkta
$X_2Y_{4(g)} \rightleftharpoons 2XY_{2(g)}$ $\Delta H > 0$
tepkimesi dengededir.
a) Sıcaklığı artırmak
b) Basıncı artırmak
c) Ortalama XY_2 gazı eklemek
İşlemleri uygulandığında X_2Y_4'ün denge derişimi nasıl değişir?

4. Sürtünmesiz pistonla kapatılan şekildeki kapta,
$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$
dengesi kurulduktan sonra piston çekilerek hacim iki katına çıkarılıyor. **Dış basınç ve sıcaklık sabit olduğuna göre,**



a) SO_2 nin mol sayısı nasıl değişir?
b) SO_2 nin denge derişimi nasıl değişir?
c) Özkütle nasıl değişir?

5. $A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)} + D_{(g)}$
tepkimesi için;
350 °C'de K = 0,08
550 °C'de K = 0,40
olduğuna göre,
a) Sıcaklık artırılırsa tepkime hangi tarafa gider?
b) Oda sıcaklığında ürünler mi, girenleri mi daha kararlıdır?

6. $2N_2O_{(g)} \rightleftharpoons 2N_{2(g)} + O_{2(g)}$ ΔH = +39 kkal
tepkimesinde;
I. Kaba N_2O eklenmesi
II. Ortamdan N_2 çekilmesi
III. Hacmin büyütülmesi
IV. Basıncın artırılması
işlemlerinden hangileri uygulanırsa O_2 nin denge mol sayısını artırır?

7. $Zn_{(k)} + 2Fe^{+3}_{(aq)} \rightleftharpoons Zn^{+2}_{(aq)} + 2Fe^{+2}_{(aq)}$
tepkimesi dengede iken sisteme su ilave edilirse,

I. Fe^{+3} derişimi artar.
II. $Zn_{(k)}$ mol sayısı artar.
III. Fe^{+3} mol sayısı azalır.
IV. Zn^{+2} derişimi azalır.

ifadelerinden hangileri doğru olur?

8. $2CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)} + O_{2(g)}$ $\Delta H > 0$
tepkimesinde aşağıdakilerden hangileri dengedeki CO gazının mol sayısını azaltır?

I. Sıcaklığı artırmak
II. Kaba O_2 eklemek
III. Kabın hacmini azaltmak
IV. Kaba CO eklemek

9. $A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)}$ $K_p = 0,25$
Sabit sıcaklıkta kapalı bir kapta kısmi basıncı 2 atm olan A gazı ve bir miktar B gazından oluşan bir karışım vardır. Sistem dengeye ulaşınca C gazının kısmi basıncı 0,4 atm oluyor.
Buna göre tepkime başlamadan önce kaptaki basınç kaç atm dır?

10. $A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)} + D_{(g)}$
Tepkimesi sabit sıcaklıkta 2 litrelik bir kapta dengede iken 0,6 mol A, 0,4 mol B, 0,3 mol C ve 0,4 mol D bulunuyor.
Dengedeki D nin derişimini 0,15 molara düşürmek için kaptan kaç mol A çekilmelidir?

11. $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ $\Delta H = +48$ kkal
Tepkimesi dengededir.
Aşağıdaki işlemlerden hangileri dengedeki SO_2 nin molekül sayısını artırır?

I. Kaba SO_3 eklemek
II. Kaptan bir miktar O_2 uzaklaştırmak
III. Tepkime kabının hacmini küçültmek
IV. Tepkime kabını ısıtmak

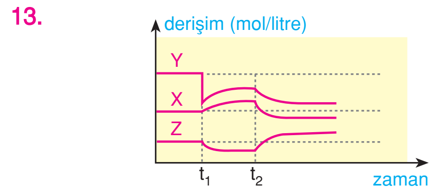
12.

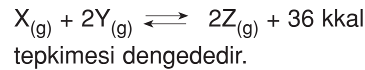
Bileşik	Molar Oluşma Isısı
$CO_{2(g)}$	$\Delta H = -94$ kkal/mol
$H_2O_{(g)}$	$\Delta H = -58$ kkal/mol
$C_2H_{6(g)}$	$\Delta H = -20$ kkal/mol

olduğuna göre,
$C_2H_{6(g)} + 7/2O_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(g)}$
tepkimesi dengede iken sıcaklık artırılırsa;

a) Denge hangi tarafa kayar?
b) Denge sabiti K_c nasıl değişir?
c) Sistemdeki toplam molekül sayısı nasıl değişir?

13.




$X_{(g)} + 2Y_{(g)} \rightleftharpoons 2Z_{(g)} + 36$ kkal
tepkimesi dengededir.
t_1 ve t_2 anında yapılan etkiler sonucunda maddelerin derişimindeki değişim grafikteki gibidir.
Buna göre,

a) t_1 de uygulanan etki nedir?
b) t_2 de uygulanan etki nedir?

C. KİMYASAL TEPKİMELERDE ÜRÜN VERİMİ

Bir tepkimede teorik verim, sınırlayıcı reaktifin tümüyle kullanılması halinde oluşabilecek ürün miktarıdır. Teorik verim, elde edilebilecek en yüksek verim olup, denkleştirilmiş tepkimeden sayısal olarak hesaplanabilir. Uygulamada ise gerçek verim kullanılır ve **gerçek verim tepkimede sonunda gerçekten oluşan ürün miktarıdır.** Gerçek verim daima teorik verimden küçüktür. Bunun farklı nedenleri vardır.

★ Bir çok tepkime tersinirdir ve soldan sağa %100 verimle gidemez.

★ Tepkime %100 olsa bile, ürünlerin tamamen tepkime ortamından alınması çok zordur.

★ Bazı tepkimeler karmaşıktır ve oluşan ürünler kendi aralarında başka bir tepkime verebilirler ve bu da istenilen tepkime verimini düşürür.

★ Tek bir tepkime söz konusu bile olsa, bazı çıkış maddeleri ölçüm yapılan zamanda tepkimeye girmemiş olabilir.

★ Başlangıç maddelerinin bazıları, söz konusu tepkime ile aynı zamanda meydana gelen ve aynı reaktifleri kullanan ikinci bir tepkime tarafından harcanabilir.

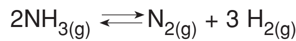
Teorik verim, tek bir kimyasal eşitliğin katsayıları temel alınarak elde edilebilecek maksimum miktardır. Yüzde verim, teorik verimin yüzdesi olarak, gerçekten meydana gelen ürün miktarını gösterir.

$$\text{Yüzde verim} = \frac{\text{Bulunan verim}}{\text{Teorik verim}}.100$$

Yüzde verim %1 ile %100 arasında değişebilir. Sıcaklık ve basınç tepkime verimini önemli oranda etkiler.

ÖRNEK

0,2 mol NH_3 gazının bir kısmı, 273°C sıcaklıkta ve 2,8 litrelik kap içerisinde,



$$2NH_{3(g)} \rightleftarrows N_{2(g)} + 3\,H_{2(g)}$$

denklemine göre N_2 ve H_2 gazlarına ayrışıyor. Sistem dengeye ulaştığında kaptaki basınç 4,16 atm olarak ölçülüyor. **Buna göre,**

a) Bu sıcaklıkta tepkimenin K_p değeri nedir?

b) Tepkimenin verim yüzdesi nedir?

ÇÖZÜM

ESEN YAYINLARI

1. $N_2O_{4(g)} \rightleftarrows 2NO_{2(g)}$ $K_1 = 1,6.10^{-3}$
$N_{2(g)} + 1/2O_{2(g)} \rightleftarrows N_2O_{(g)}$ $K_2 = 4.10^{-8}$
$1/2N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftarrows NO_{2(g)}$ $K_3 = 4.10^{-4}$
olduğuna göre,
$2N_2O_{(g)} + 3O_{2(g)} \rightleftarrows 2N_2O_{4(g)}$
tepkimesinin denge sabiti kaçtır?

A) 4.10^{-4} B) 4.10^{-2} C) $2,5.10^{2}$
D) 4.10^{2} E) $6,25.10^{6}$

ÇÖZÜM

2. $X_{2(g)} + Y_{2(g)} \rightleftarrows 2XY_{(g)}$
tepkimesi için;
25 °C de $K_p = 670$
400 K de $K_p = 120$
Buna göre,
I. Tepkime endotermiktir.
II. 400 K de $K_c = 120$ dir.
III. Oda sıcaklığında ürünler girenlerden daha kararlıdır.
yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

3. $2C_{(grafit)} + 4H_{2(g)} \rightleftarrows 2CH_{4(g)}$
tepkimesi için $K_p = 16.10^8$ dir.
Buna göre;
$1/2CH_{4(g)} \rightleftarrows 1/2C_{(grafit)} + H_{2(g)}$
tepkimesinin denge sabiti K_p kaçtır?

A) 4.10^{4} B) 2.10^{2} C) 2.10^{-2}
D) 5.10^{-2} E) 5.10^{-3}

ÇÖZÜM

4. $A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftarrows E + 2F$ $K_1 = 2$
$2C_{(g)} + 2D_{(g)} \rightleftarrows 2E + 4F$ $K_2 = 2$
olduğuna göre,
$A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftarrows C_{(g)} + D_{(g)}$
tepkimesinin denge sabiti K_3 kaçtır?

A) $\frac{1}{4}$ B) $\sqrt{2}$ C) $\frac{1}{2}$ D) 2 E) $2\sqrt{2}$

ÇÖZÜM

5. 2 litrelik bir kaba 0,18 mol CO_2 ve 0,15 mol $C_{(k)}$ konularak başlatılan,

$CO_{2(g)} + C_{(k)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$

tepkimesinde 0,2 mol CO oluşunca tepkime dengeye ulaşıyor. **Buna göre,**

$CO_{(g)} \rightleftharpoons 1/2\ CO_{2(g)} + 1/2C_{(k)}$

tepkimesinin denge sabiti kaçtır?

A) 1 B) 2 C) $\sqrt{2}$ D) 0,05 E) $\frac{1}{\sqrt{10}}$

ÇÖZÜM

ESEN YAYINLARI

6. $2NO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$

3 litrelik bir kaba 1,8 mol NO ve 1,8 mol O_2 gazı konuluyor. 1,2 mol NO_2 oluşunca sistem dengeye ulaşıyor. Buna göre,

$NO_{2(g)} \rightleftharpoons NO_{(g)} + 1/2O_{2(g)}$

tepkimesinin denge sabiti kaçtır?

A) 10 B) $\frac{1}{10}$ C) $\frac{1}{\sqrt{10}}$ D) $\frac{1}{5}$ E) $\sqrt{5}$

ÇÖZÜM

7. $3X_{(g)} + Y_{(g)} \rightleftharpoons 3Z_{(g)}$

tepkimesinin 40 °C'de K = 2, 240°C de ise K = 8 dır. **Buna göre,**

I. Tepkime endotermiktir.

II. Sıcaklık sabit tutularak hacim artırılırsa tepkime girenler tarafına kayar.

III. 40 °C de kaptaki molekül sayısı 240 °C deki molekül sayısından fazladır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

8. $SO_{2(g)} + NO_{2(g)} \rightleftharpoons SO_{3(g)} + NO_{(g)}$ $K_1 = 0,4$
$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$ $K_2 = 16$
tepkimeleri bilindiğine göre,
$NO_{2(g)} \rightleftharpoons NO_{(g)} + 1/2O_{2(g)}$
dengesinin aynı sıcaklıktaki K_3 değeri kaç olur?

A) 0,1 B) 0,2 B) 0,25 D) 0,4 E) 4

ÇÖZÜM

9. $2A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)} + 2D_{(g)}$ $K_1 = 2$
$E_{(g)} + F_{(g)} \rightleftharpoons 1/2C_{(g)} + D_{(g)}$ $K_2 = 3$
olduğuna göre,
$A_{(g)} + 1/2B_{(g)} \rightleftharpoons E_{(g)} + F_{(g)}$
tepkimesinin denge sabiti K_3 kaçtır?

A) $\frac{7}{2}$ B) $\frac{\sqrt{2}}{3}$ C) 3 D) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ E) $\frac{4}{3}$

ÇÖZÜM

10. $X_{(k)} + Y_{2(g)} \rightleftharpoons XY_{2(g)}$ $K_1 = \frac{5}{2}$
$X_{(k)} + 1/2Y_{2(g)} \rightleftharpoons XY_{(g)}$ $K_2 = \frac{1}{2}$
tepkimeleri verildiğine göre,
$XY_{2(g)} + X_{(k)} \rightleftharpoons 2XY_{(g)}$
tepkimesinin aynı sıcaklıkta denge sabiti nedir?

A) 0,05 B) 0,1 c) 0,5 D) 1 E) 5

ÇÖZÜM

11. $2X_{2(g)} + Y_{2(g)} \rightleftharpoons 2X_2Y_{(g)}$

tepkimesinin 30 °C de denge sabiti 2,4 ve 180 °C'deki denge sabiti 0,4 dır.

Bu tepkime ile ilgili,

I. Tepkime ısısı $\Delta H < 0$ dır.

II. 100 °C de denge sabiti 2,4 ile 0,4 arasında olur.

III. X_2Y molekülleri yüksek sıcaklıkta daha kararlıdır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

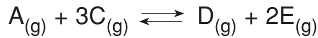
ÇÖZÜM

12. $2A_{(g)} \rightleftharpoons 2B_{(g)}$ K_1

$B_{(g)} + C_{(g)} \rightleftharpoons D_{(g)} + E_{(g)}$ K_2

$E_{(g)} + \rightleftharpoons 2C_{(g)}$ K_3

tepkimeleri ve denge sabitleri bilindiğine göre,



$A_{(g)} + 3C_{(g)} \rightleftharpoons D_{(g)} + 2E_{(g)}$

tepkimesinin denge sabitinin ifadesi nedir?

A) $K_1.K_2^2 \cdot \frac{1}{K_3}$ B) $K_1.K_2 \cdot \frac{1}{K_3}$

C) $\sqrt{K_1} \cdot \sqrt{K_2} \cdot \frac{1}{K_3}$ D) $\sqrt{K_1}.K_2 \cdot \frac{1}{K_3}$

E) $\sqrt{K_1}.K_2^2 \cdot \frac{1}{K_3}$

ÇÖZÜM

13. $X_{(g)} + Y_{(g)} \rightleftharpoons 3Z_{(g)}$

tepkimesinin 120 °C de denge sabiti K = 0,01 dir. 1 litrelik bir tepkime kabına 0,1 mol X, 0,1 mol Y ve 0,1 mol Z konuluyor.

Buna göre,

I. Sistem dengededir.

II. Dengede Z'nin derişimi 0,1M'den küçük olur.

III. Tepkime sağa doğru yürüyerek dengeye ulaşır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

1. $2A_{(g)} \rightleftharpoons B_{(g)} + 3C_{(g)}$
tepkimesinin 10 °C deki K_1 = 40, 100 °C deki K_2 = 15 tir. **Buna göre,**
a) Oda koşullarında A, B ve C den hangileri daha kararlıdır?
b) Tepkime endotermik mi, ekzotermik mi dir?
c) Sıcaklık artırılırsa tepkime hangi yöne gider?

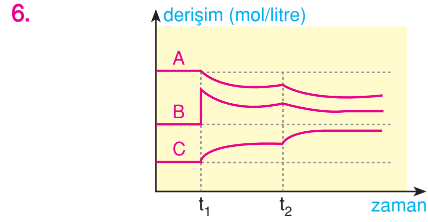
2. $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons 3C_{(g)}$
tepkimesinin 100 °C de $K_c = 10^{-2}$ dir.
2 litrelik bir kaba 0,2 mol A, 0,2 mol B ve 0,2 mol C konuyor. **Buna göre,**
a) Tepkimenin denge kesiri Q kaçtır?
b) Tepkime hangi yöne giderek dengeye ulaşır?
c) Basınç artırılırsa kaptaki toplam molekül sayısı nasıl değişir?

3. 2 litrelik bir kaba 0,3 mol A ve 0,5 mol B konuyor.
$A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(g)}$
tepkimesi dengeye ulaştığında kapta 0,1 mol B bulunuyor. **Buna göre,**
a) C nin denge derişimi kaç mol/litre olur?
b) Denge sabiti K_c kaçtır?

4. 2 litrelik bir kaba 0,2 mol A ve 0,2 mol B konuyor.
$A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(g)}$
tepkimesi dengeye ulaşınca C'nin derişimi 0,1M olarak ölçülüyor. **Buna göre,**
a) A'nın denge derişimi kaç mol/litredir?
b) Denge sabiti K_c kaçtır?

ESEN YAYINLARI

5. $X_{2(g)} + Y_{2(g)} \rightleftharpoons 2XY_{(g)} + 28$ kkal
tepkimesinin 40 °C deki denge sabiti K_d = 18 dir.
Buna göre,
a) Sıcaklık 100 °C ye çıkarılırsa denge sabiti K_c küçülür mü, büyür mü?
b) Sabit basınçta ortama X_2 ilave edilirse Y_2 nin kısmi basıncı nasıl değişir?

6.



$A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)}$ $\Delta H > 0$
tepkimesi dengededir. t_1 ve t_2 anında yapılan etkiler sonucunda grafikteki değişimler meydana gelmiştir. **Buna göre,**
a) t_1 anında yapılan etki nedir?
b) t_2 anında yapılan etki nedir?

7. $2XY_{2(g)} + Y_{2(g)} \rightleftharpoons 2XY_{3(g)} + 46$ kkal
tepkimesi dengededir. **XY_3'ün dengedeki miktarını artırmak için,**
a) Sıcaklık değişimi ne olmalıdır?
b) Tepkime kabının hacmi nasıl değiştirilmelidir?

8. $X_{(g)} + 2Y_{(g)} \rightleftharpoons 3Z_{(g)}$
Kapalı bir kaba kısmi basınçları 0,4 er atmosfer olan X ve Y gazları konuluyor.
Tepkime dengeye ulaştığında Y nin kısmi basıncı 0,2 atm olarak ölçülüyor. **Buna göre,**
a) Z nin dengedeki kısmi basıncı kaç atm dır?
b) Tepkimenin denge sabiti K_p ne olur?

9. $A_{(g)} \rightleftharpoons B_{(g)} + 1/2C_{(g)}$
tepkimesinin 250 °C de denge sabiti K_c = 0,03 tür.
1 litrelik bir tepkime kabında 0,02 mol A, 0,1 mol B ve 0,04 mol C bulunuyor. **Buna göre,**
a) Tepkime dengede midir?
b) Tepkime dengede değilse hangi yöne giderek dengeye ulaşır?
c) A nın denge derişimi 0,02M den az mı olur, çok mu?

10. $A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(g)}$ + 22 kkal
tepkimesi dengededir. **C nin denge derişimini artırmak için;**
I. Sıcaklığın artırılması
II. Tepkime kabının hacminin azaltılması
III. Ortama $A_{(g)}$ ilave edilmesi
işlemlerinden hangileri yapılırsa doğru olur?

11. $C_{(k)} + 1/2O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)}$ $K_1 = 500$
$2CO + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{2(g)}$ $K_2 = 4$
olduğuna göre, aynı sıcaklıkta
$C_{(k)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)}$
tepkimesinin denge sabiti K_3 kaçtır?

12. $1/2N_{2(g)} + 1/2O_{2(g)} \rightleftharpoons NO_{(g)}$ $K_1 = 2$
$2NO_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + O_{2(g)}$ $K_2 = 4$
$N_2O_{5(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)} + 1/2\ O_{2(g)}$ $K_3 = 0,1$
Yukarıda bazı tepkimeler ve denge sabitleri verilmiştir. **Aynı sıcaklıkta,**
$2N_{2(g)} + 5O_{2(g)} \rightleftharpoons 2N_2O_5$
tepkimesinin denge sabiti K_c kaçtır?

13. $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$ $K_1 = 25$
$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{2(g)}$ $K_2 = 100$
olduğuna göre aynı sıcaklıkta,
$SO_{2(g)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons SO_{3(g)} + CO_{(g)}$
tepkimesinin denge sabiti K_3 kaçtır?

14. $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$
2 litrelik bir kaba 0,9 mol N_2O_4 konuluyor. N_2O_4 ün % 40 bozununca tepkime dengeye ulaşıyor.
Buna göre,
$NO_{2(g)} \rightleftharpoons 1/2N_2O_{4(g)}$
tepkimesinin denge sabiti kaçtır?

15. $2NOBr_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Br_{2(g)}$
tepkimesinin belirli bir sıcaklıkta denge sabiti $K = 4.10^{-4}$ tür.
Bu sıcaklıkta 2 litrelik kapalı kapta 0,2 mol $NOBr_{(g)}$, 0,04 mol $NO_{(g)}$ ve 32 g $Br_{2(g)}$ olduğu bu tepkime için,
I. Tepkime dengededir.
II. Tepkime ürünler yönünde ilerler.
III. Tepkime sırasında kaptaki molekül sayısı azalır.
ifadelerinden hangileri doğru olur? (Br = 80)

ETKİNLİK – 6

DOĞRU VE YANLIŞI BELİRLEYELİM

Aşağıdaki ifadelerden hangilerinin doğru, hangilerinin yanlış olduğunu, ilgili boşluğa ✓ işaretini koyarak belirtiniz.

	DOĞRU	YANLIŞ
1. Bir maddenin fiziksel hâlleri arasında da dinamik denge kurulabilir.		
2. Denge bağıntısında sadece ürünlerin tamamı yer alır.		
3. Denge kesiri bir tepkimenin dengede olup olmadığını anlamak için kullanılır.		
4. Kimyasal dengenin kurulabilmesi için sistemin tersinir olması gereklidir.		
5. Endotermik tepkimelerde sıcaklık artırılırsa denge sabiti küçülür.		
6. Sıcaklık değişimi, denge sabiti değerini etkileyen tek faktördür.		
7. Denge sabitinin birimi tüm tepkimeler için aynıdır.		
8. Bir denge denklemindeki kat sayılar herhangi bir rakam ile çarpılırsa K_c değeri de aynı sayı ile çarpılır.		
9. Dinamik bir dengede sürekli ve çift yönlü bir hareket vardır.		
10. Denge hâlinde ileri ve geri yöndeki tepkime hızları birbirine eşittir.		
11. Bir denge tepkimesinde hem minimum enerji hem de maksimum düzensizlik daima ürünler lehinedir.		
12. Tüm sistemlerde dengeden söz edilebilir.		
13. Denge kesiri denge sabiti değerinden büyükse tepkime ileri yönde ilerleyerek dengeye ulaşır.		
14. Mekanizmalı tepkimelerin denge denklemleri en yavaş adıma göre yazılır.		
15. Tepkimedeki katı maddelerin miktarını değiştirmek dengeyi bozmaz.		
16. Basıncın artırılması denge halindeki bütün tepkimelerin denge halini etkiler.		
17. Ekzotermik tepkimelerin K_c değeri sıcaklık arttıkça küçülür.		

ETKİNLİK – 7

KAVRAMLARI HATIRLAYALIM

Aşağıdaki cümlelerin boşluklarını uygun kelimelerle doldurunuz.

Sıcaklık	Denge sabiti	Kat sayılar
Fiziksel denge	La Chatelier Prensibi	Tersinir tepkime
Homojen denge	Endotermik	Denge kesiri
K_p	Katalizör	Basınç

1. Bir tepkimenin denge tepkimesi olarak işlem görmesi için …………… olması gerekir.

2. Maddenin fiziksel hâllerinin değişimleri sırasında, maddenin hâlleri arasında oluşan dengeye …………… denir.

3. Bir kimyasal denge tepkimesinde tepkimeye girenlerle tepkimeden çıkanlar aynı fiziksel fazda bulunuyorsa, böyle dengelere …………… denir.

4. Katsayılar üs olarak yazılmak kaydıyla, ürünlerin derişimleri çarpımının girenlerin derişimleri çarpımına bölümü ile …………… bulunur.

5. Herhangi bir anda, kapalı bir sistemde bir tepkimenin dengede olup olmadığı veya hangi yönde ilerlediği …………… hesaplanarak belirlenebilir.

6. Dengedeki bir sistem, bir dış etkiyle bozulursa, sistem bu etkiyi azaltıp yeniden dengeye varacak şekilde bir tepki gösterir. Bu yasaya …………… denir.

7. Bir tepkimenin dengede olup olmadığını bazı fiziksel özelliklerdeki değişimler gözlemlenerek belirlenebilir. Tepkimede en az bir gaz madde varsa tepkimenin dengeye ulaşıp ulaşmadığı …………… değişimi izlenerek takip edilir.

8. Denklemi belli olan bir tepkimenin denge sabiti değerini etkileyen tek faktör …………… dır.

9. Bir tepkime dengede iken denge tepkimesinin denklemindeki …………… bir sayı ile çarpılırsa K_c değerine üs olarak yazılır.

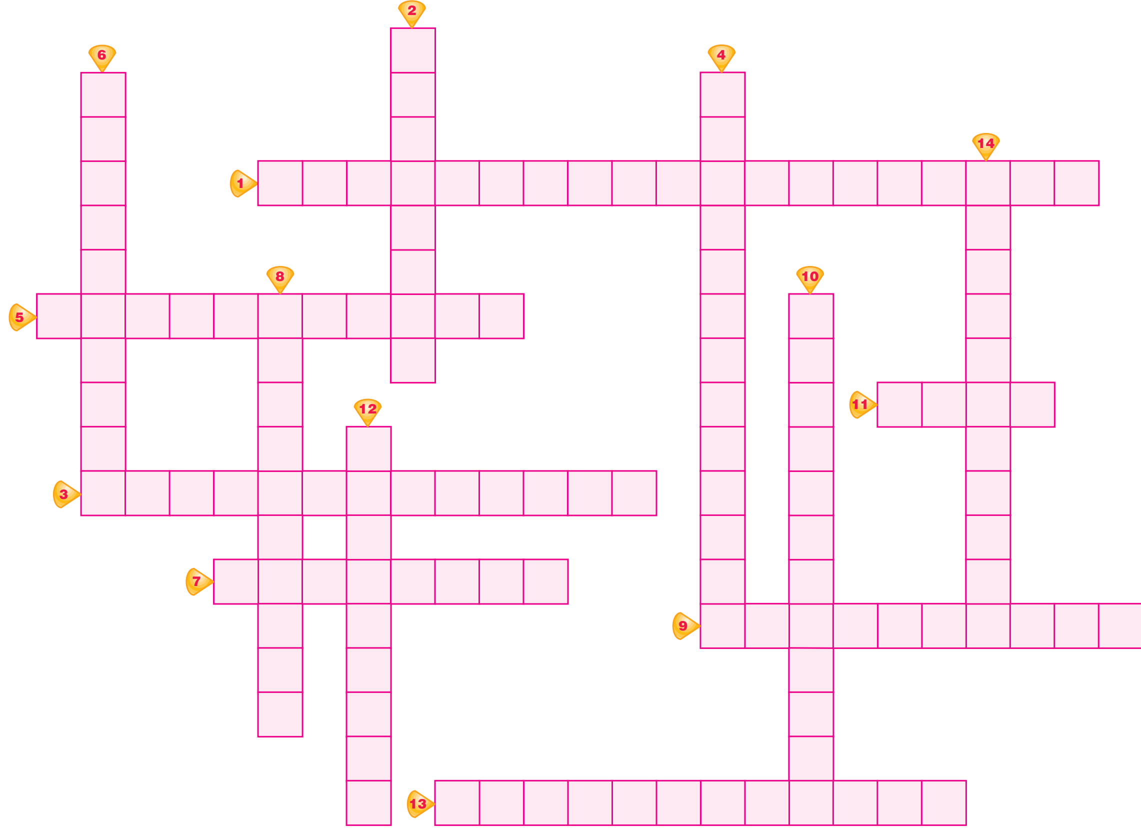
10. …………… tepkimelerde sıcaklık artırılırsa denge sabitinin sayısal değeri artar.

11. Basınçlar türünden denge sabitinin sembolü …………… dir.

12. Bir tepkimede …………… kullanılırsa, bu tepkime daha çabuk dengeye ulaşır.

ETKİNLİK – 8

BULMACA



SOLDAN SAĞA

1. Minimum enerjili olma eğilimine zıt etki eden eğilim.
3. Denge; maddelerin kimyasal etkileşimleri sonucunda oluşuyorsa bu tür dengelere ……… denir.
5. Bir tepkimenin herhangi bir anında dengede olup olmadığını anlamak için hesaplanan kesire ………….. denir.
7. Etki eden faktörlerin içinde değişimi denge sabitini değiştiren nicelik.
9. Sıcaklık artırıldığında ürünler yönüne kayan ve denge sabitinin sayısal değeri büyüten tepkime türü.
11. Denge bağıntısına yazılmayan maddelerin sahip olduğu fiziksel halden biri.
13. Gözle görülen bir değişikliğin gözlenmediği ancak sürekli ve çift yönlü bir hareketin devam ettiği dengeye denir.

YUKARIDAN AŞAĞIYA

2. Kimyasal tepkimelerde dengenin kurulabilmesi için tepkimenin ……………… olması gerekir.
4. Maddelerinn fiziksel hâllerinin değişimleri sırasında, maddenin hâlleri arasında oluşan dengeye ………….. denir.
6. Sıcaklık artışının dengeyi girenler yönünde kaydırdığı tepkime türü.
8. Bir denge tepkimesindeki ……………………… herhangi bir sayı ile çarpılırsa bu sayı K_c sabitine üs olarak yazılır.
10. Kimyasal bir tepkimenin denge anındaki karışımı homojen ise bu tür dengeye …………… denir.
12. Bir kimyasal tepkimenin daha çabuk dengeye ulaşması için kullanılan madde.
14. Dengeye etki eden faktörleri belirten ve bir bilim adamının adı ile anılan prensibin adı.

1. $CO_{2(g)} + H_2O_{(s)} \longrightarrow H^+_{(suda)} + HCO^-_{3(suda)}$

tepkimesinin hızı, birim zamanda,

I. Elektrik iletkenliğindeki artma

II. $CO_{2(g)}$ basıncındaki azalma

III. $H_2O_{(s)}$'nun derişimindeki azalma

işlemlerinden hangileri ile saptanabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

2. I. $Pb^{+2}_{(aq)} + CO^{-2}_{3(aq)} \longrightarrow PbCO_{3(k)}$

II. $Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} \longrightarrow AgCl_{(k)}$

III. $CO_{2(g)} + H_{2(g)} \longrightarrow CO_{(g)} + H_2O_{(s)}$

Tepkimelerinin aynı koşullardaki hızları karşılaştırılırsa, küçükten büyüğe sıralanışı nasıldır?

A) I, II, III B) I, III, II C) III, II, I
D) III, I, II E) II, I, III

3. $X + Y \rightleftarrows Z$

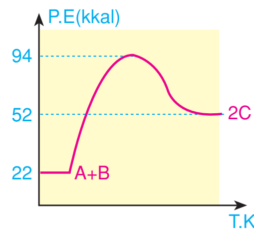
tepkimesinin aktifleşme enerjisi 40 kkal'dır. Geri tepkimenin aktifleşme enerjisi 25 kkal'dır.

Geri tepkimenin entalpisi kaç kkal'dır?

A) –65 B) 65 C) –40 D) 15 E) –15

4. $A_{(g)} + B_{(g)} \longrightarrow 2C_{(g)}$

tepkimesi için potansiyel enerji - tepkime koordinatı grafiği verilmiştir.



Buna göre, aşağıdakilerden hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) Geri tepkime ekzotermiktir.
B) Geri tepkimenin aktifleşme enerjisi 42 kkal'dır.
C) Aktifleşmiş kompleksin enerjisi 94 kkal'dir.
D) İleri tepkimenin aktifleşme enerjisi 72 kkal'dır.
E) Geri tepkime için ΔH = 30 kkal'dır.

5. **Çarpışma teorisine ilişkin aşağıdakilerden hangileri doğru olur?**

I. Sadece etkin çarpışmalar tepkime ile sonuçlanabilir.

II. Sıcaklık artırılırsa, etkin çarpışma sayısı artar.

III. Hacim artırılırsa, etkin çarpışma sayısı artar.

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

6. $C_2H_{4(g)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(s)}$

tepkimesinde CO_2'nin oluşma hızı NK'da 4,48 litre/s'dir. **$O_{2(g)}$'nin harcanma hızı saniyede kaç mol'dür?**

A) 0,1 B) 0,2 C)0,25 D) 0,3 E) 0,4

7. $A_{(g)} + 2B_{(g)} \longrightarrow AB_{2(g)}$

tepkimesinin hız bağıntısı k[A][B] şeklindedir.

Bu tepkime için,

I. Uygun bir katalizör kullanılması

II. Sıcaklığın artırılması

III. A'nın derişiminin artırılması

işlemlerinden hangilerinin uygulanması aynı anda hızı ve mekanizmayı değiştirir?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

8. Gaz fazındaki bir tepkimede hacim sabit tutularak sıcaklık artırılıyor.

Buna göre,

I. Moleküllerin ortalama hızları

II. Aktifleşme enerjisi

III. Tepkime hızı

değerlerinden hangileri <u>değişmez</u>?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

9. $2X_{(g)} + 3Y_{(g)} \longrightarrow$ Ürün

tepkimesi için aynı sıcaklıkta farklı derişimlerdeki deney sonuçları tablodaki gibidir.

Deney	[X]	[Y]	Tepkime hızı mol/ℓ.s
1	0,1	0,1	$1,4.10^{-4}$
2	0,1	0,2	$2,8.10^{-4}$
3	0,2	0,1	$5,6.10^{-4}$

Sıcaklık değiştirilmeden X ve Y derişimleri 3'er katına çıkarılırsa ürün oluşma hızı kaç katına çıkar?

A) 3 B) 9 C) 18 D) 25 E) 27

10. $HBr_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow HOOBr_{(g)}$ (Yavaş)

$HBr_{(g)} + HOOBr_{(g)} \longrightarrow 2HOBr_{(g)}$ (Hızlı)

$2HBr_{(g)} + 2HOBr_{(g)} \longrightarrow 2Br_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$ (Hızlı)

mekanizmasına göre gerçekleşen bir tepkime için;

I. HOOBr ve HOBr ara ürünlerdir.

II. $O_{2(g)}$'nin kısmi basıncı 2 katına çıkarılırsa tepkime hızı 4 katına çıkar.

III. Tepkimenin hız bağıntısı $k[HBr][O_2]$ dır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

11. $3X_{(g)} + Y_{(g)} \longrightarrow$ Ürün

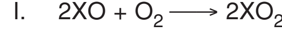
tepkimesinin aynı sıcaklıkta, farklı derişimlerle yapılan deney sonuçları verilmektedir.

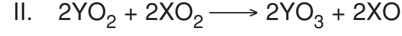
Deney	[X]	[Y]	Tepkime hızı mol/ℓ.s
1	0,02	0,04	$1,6.10^{-3}$
2	0,04	0,08	$12,8.10^{-3}$

Buna göre tepkimenin hız sabitinin birimi nedir?

A) $litre^2/mol^2.s$ B) litre/mol.s
C) $litre^3/mol^3.s$ D) mol/litre.s
E) 1/saniye

12. Bir tepkimenin mekanizması şu adımlarla oluşmaktadır.


I. $2XO + O_2 \longrightarrow 2XO_2$


II. $2YO_2 + 2XO_2 \longrightarrow 2YO_3 + 2XO$

Bu tepkimedeki maddelerden hangisi katalizör görevi yapmaktadır?

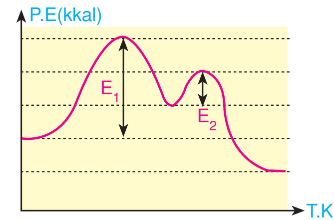
A) YO_3 B) YO_2 C) O_2 D) XO_2 E) XO

13. $X_{(k)} + Y_{(g)} \longrightarrow 2Z_{(g)}$ + Isı

Kapalı bir kapta gerçekleşen yukarıdaki tepkimede birim zamanda oluşan Z molekülleri sayısını aşağıdakilerden hangisi <u>artırmaz</u>?

A) Kaba Y gazı eklemek
B) Sıcaklığı artırmak
C) Kabın hacmini artırmak
D) Katalizör kullanmak
E) X katısını küçük parçalara bölmek

14.



Bir tepkimenin potansiyel enerji - tepkime koordinatı grafiği yukarıda verilmiştir.

Buna göre, aşağıdakilerden hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) Tepkime mekanizması 2 basamaklıdır.
B) Katalizör E_1 ve E_2'yi aynı miktarda etkiler.
C) Toplu tepkimenin $\Delta H < 0$'dır.
D) Hızı belirleyen basamağın eşik enerjisi E_1'dir.
E) E_2 hızlı basamağın aktifleşme enerjisidir.

1. $2A_{(g)} + 3B_{(g)} + C_{(g)} \longrightarrow$ Ürünler

Tepkimenin hız bağıntısı $k[A]^2[B]$'dir.

Buna göre,

I. Tepkime mekanizmalıdır.

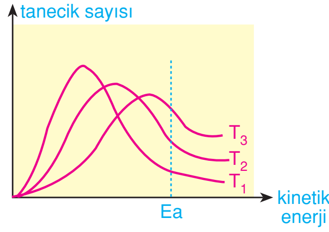
II. Tepkime A'ya göre 2. derecedendir.

III. C'nin derişimi 2 katına çıkarılınca tepkime hızıda 2 katına çıkar.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

2.



Gaz fazındaki bir tepkimede, moleküllerin üç ayrı sıcaklıktaki kinetik enerji dağılımları grafikteki gibidir. **Buna göre,**

I. T_3 sıcaklığında aktivasyon enerjisi en büyüktür.

II. T_1 sıcaklığında tepkime hızı en büyüktür.

III. T_3 sıcaklığında tepkime hızı en büyüktür.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

3. $C_{(k)} + O_{2(g} \longrightarrow CO_{2(g)}$ + Isı

Tepkimesinin hızını aşağıdakilerden hangileri artırır?

I. Kaba saf $O_{2(g)}$ yerine hava göndermek

II. $C_{(k)}$'yi toz haline getirmek

III. Sıcaklığı azaltmak

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

4. $X_{(g)} + 2Y_{(g)} \longrightarrow K_{(g)} + 2L_{(g)}$

tepkimesi için yapılan deneylerin sonuçları aşağıdaki gibidir.

Deney	[X]	[Y]	Tepkime hızı mol/ℓ.s
1	0,2	0,02	2.10^{-3}
2	0,4	0,02	4.10^{-3}
3	0,8	0,04	32.10^{-3}

Buna göre,

I. Tepkimenin mekanizması yoktur.

II. Tepkimenin hız sabiti 25'tir.

III. Tepkimenin derecesi 3'tür.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

5. $X_{(g)} + Y_{(g)} \longrightarrow Z_{(g)}$ (Yavaş)

$X_{(g)} + Z_{(g)} \longrightarrow 2L_{(g)}$ (Hızlı)

$2X_{(g)} + 2L_{(g)} \longrightarrow 2T_{2(g)} + 2U_{(g)}$ (Hızlı)

Mekanizmasına göre gerçekleşen bir tepkime için,

I. $Z_{(g)}$ ve $L_{(g)}$ ara ürünlerdir.

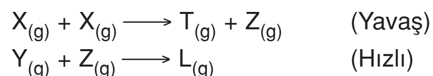
II. $Y_{(g)}$'nin kısmi basıncı 2 katına çıkarılırsa tepkime hızı da 2 katına çıkar.

III. Tepkime hızı bağıntısı $k[X][Y]$'dir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız III E) I ve II
D)II ve III E) I, II ve III

6. Tepkime mekanizması,



$X_{(g)} + X_{(g)} \longrightarrow T_{(g)} + Z_{(g)}$ (Yavaş)

$Y_{(g)} + Z_{(g)} \longrightarrow L_{(g)}$ (Hızlı)

olan tepkime için,

I. Toplu tepkime denklemi,
$2X_{(g)} + Y_{(g)} \longrightarrow T_{(g)} + L_{(g)}$'dir.

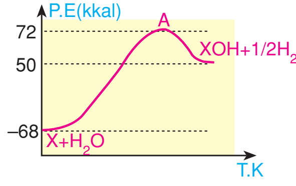
II. $Z_{(g)}$ kalıcı olmayan bir ara üründür.

III. Tepkimenin hız denklemi $k[X]^2[Y]$ dir.

hangileri doğru olur?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

7.



Bir tepkimenin potansiyel enerji tepkime koordinatı grafiği verilmiştir.

Buna göre;

I. $X + H_2O \longrightarrow XOH + 1/2H_2$ için $\Delta H = 118$ kkal dir.

II. İleri aktifleşme enerjisi $Ea_i = 22$ kkal'dir.

III. Ürünlerin entalpilerinin toplamı 50 kkal'dir.

ifadelerinden hangileri doğru olur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

8. $2X + Y \longrightarrow 2Z$

Tepkimesi için belirli bir sıcaklıkta yapılan deneylerden aşağıdaki sonuçlar alınmıştır:

Deney	[X]mol/ℓ	[Y]mol/ℓ	Başlangıç Hızı mol/ℓ.s
1	1,0	0,01	6.10^{-3}
2	2,0	0,01	$1,2.10^{-2}$
3	2,0	0,02	$2,4.10^{-2}$

tepkimenin hız denklemi aşağıdakilerden hangisidir?

A) $k[X]^2[Y]$ B) $k[X][Y]$ C) $k[X]^2$
D) $k[Y]^2$ E) $k[X]^{1/2}[Y]$

9. $PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow PCl_{5(g)}$

Tepkimesinin hızı aşağıdakilerden hangisinin değişimi ile <u>izlenemez</u>?

A) PCl_5 kısmi basıncının artması
B) Mol sayısındaki değişme
C) Toplam basınçtaki değişme
D) PCl_3 kısmi basıncının azalması
E) Toplam kütledeki değişme

10. I. Sıcaklığı artırmak

II. Kabın hacmini küçültmek

III. Katalizör kullanmak

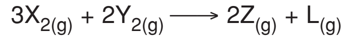
Gaz fazında yürüyen bir tepkimede hız sabiti "k" nın değeri hangileri ile artar?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) I, II ve III

11.

Deney	$[X_2]$	$[Y_2]$	L'nin oluşma hızı
1	0,001	0,01	4.10^{-3}
2	0,001	0,02	8.10^{-3}
3	0,003	0,04	48.10^{-3}

Yukarıdaki deney sonuçları;

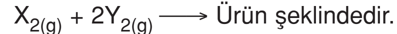


$3X_{2(g)} + 2Y_{2(g)} \longrightarrow 2Z_{(g)} + L_{(g)}$

tepkimesine aittir.

Buna göre aşağıdakilerden hangileri doğrudur?

I. Tepkimenin yavaş adımı



$X_{2(g)} + 2Y_{2(g)} \longrightarrow$ Ürün şeklindedir.

II. Hız sabiti 400'dür.

III. $[X_2] = 0,004M$, $[Y_2] = 0,01M$ olsaydı tepkime hızı 0,016 M/s olurdu.

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

12. Mekanizması,



$SO_2 + NO_2 \longrightarrow SO_3 + NO$ (Yavaş)



$NO + 1/2O_2 \longrightarrow NO_2$ (Hızlı)

olan tepkimede;

I. Katalizör NO_2'dir.

II. NO kararsız ara üründür.

III. $r = k[NO][O_2]^{1/2}$ dir.

ifadelerinden hangileri doğru olur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

1. $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons 2HCl_{(g)}$
Tepkimesi dengede iken 5 litrelik kapta, 4 mol HCl, 2 mol H_2 ve 4 mol Cl_2 gazları bulunuyor.
Tepkimenin denge sabiti kaçtır?

A) 0,2 B) 0,4 C) 0,5 D) 2 E) 4

2. 5 litrelik bir kapta 9 mol X ve 5 mol Y gazları bulunmaktadır.
$2X_{(g)} + Y_{(g)} \rightleftharpoons 2Z_{(g)}$
tepkimesi dengeye ulaştığında kapta 6 mol Z bulunuyor. **Tepkimenin denge sabiti kaçtır?**

A) 40 B) 20 C) 10 D) 2 E) 0,8

3. Belli bir sıcaklıkta 1 litrelik bir kaba 10 atm basınçta PCl_5 gazı bulunuyor.
$PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$
tepkimesine göre, sistem dengeye ulaştığında $PCl_{5(g)}$ in % 80 i ayrışıyor.
Buna göre, K_p değeri kaçtır?

A) 1,6 B) 3,2 C) 4 D) 16 E) 32

4. $XY_{(k)} + Z_{2(g)} \rightleftharpoons X_{(k)} + Z_2Y_{(g)}$
tepkimesi dengedeyken 1,64 litrelik bir kapta 27 °C'de 0,2 mol $Z_{2(g)}$, 0,4 mol $XY_{(k)}$, 0,5 mol $X_{(k)}$ ve 0,4 mol $Z_2Y_{(g)}$ bulunuyor.
Tepkimenin K_p değeri kaçtır?

A) 0,2 B) 2 C) 4 D) 5 E) 8

5. Belli bir sıcaklıkta 1 litrelik bir kaba 0,6 mol XY ve bir miktar Y_2 gazları konuyor.
$2XY_{(g)} + Y_{2(g)} \rightleftharpoons 2XY_{2(g)}$
tepkimesi dengeye ulaştığında XY_2 nin molar derişimi 0,4 oluyor.
Denge sabiti K_d = 4 olduğuna göre başlangıçta kapta kaç mol Y_2 gazı vardır?

A) 0,3 B) 0,4 C) 0,6 D) 0,8 E) 1,2

6. 1 litrelik bir kapta,
$2X_{(g)} + Y_{(g)} \rightleftharpoons 2Z_{(g)}$
tepkimesi dengeye ulaştığında 0,4 mol X, 0,2 mol Y ve 0,4 mol Z bulunuyor.
Z nin denge derişiminin 0,6M olması için kaba kaç mol Y ilave edilmelidir?

A) 0,2 B) 1,7 C) 1,8 D) 1,9 E) 3,4

7. $X_{(g)} + 2Y_{(g)} \rightleftharpoons 2Z_{(g)}$
belli bir sıcaklıkta V litrelik bir kaba 2 mol X, 6 mol Y konularak tepkime başlatılıyor. Tepkime dengeye geldiğinde kapta 1 mol X bulunuyor.
Denge sabiti K_d = 1 olduğuna göre kabın hacmi kaç litredir?

A) 4 B) 3 C) 2 D) 0,8 E) 0,4

8. $2AB_{2(g)} \rightleftharpoons 2AB_{(g)} + B_{2(g)}$
tepkimesi için belli bir sıcaklıkta denge sabiti $K_d = 4.10^{-4}$ tür. Bu sıcaklıkta 2 litrelik kapalı bir kapta 0,2 mol AB_2, 0,04 mol AB ve 0,2 mol B_2 olduğuna göre, **bu tepkime ile ilgili aşağıdakilerden hangisi doğrudur?**

A) Tepkime dengededir.
B) Tepkime ürünler yönünde ilerler.
C) Tepkime sırasında kaptaki molekül sayısı azalır.
D) Dengede $[AB_2]$ < 0,1M olur.
E) Dengede [AB] = 0,02M olur.

9. $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$ $\Delta H < 0$
Tepkimesi kapalı bir kapta dengededir.
Tepkimeyi aşağıdakilerden hangisi ileriye kaydırmaz?

A) SO_2 eklemek
B) O_2 eklemek
C) Kabın hacmini azaltmak
D) Ortamdan SO_3 uzaklaştırmak
E) Sistemi ısıtmak

10. $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} + 22$ kkal
denge tepkimesinde aşağıdakilerden hangileri dengedeki NH_3 miktarını artırır?

I. Ortama N_2 eklemek
II. Tepkime kabının hacmini azaltmak
III. Sıcaklığı düşürmek

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

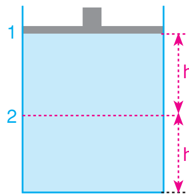
11. $X_{(k)} + Y_{(g)} \rightleftharpoons 2Z_{(g)}$ $\Delta H > 0$
tepkimesi kapalı bir kapta dengededir.
Buna göre,

I. Sıcaklığı artırmak
II. Y gazı eklemek
III. $X_{(k)}$ eklemek

işlemlerinden hangileri denge sabitinin değerini değiştirmeden Z'nin miktarını artırır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

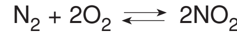
12. $2X_{(g)} + Y_{(g)} \rightleftharpoons 2Z_{(g)}$
tepkimesi şekildeki silindirde dengededir. Piston 2 konumuna indirilip orada sabitleştiriliyor. **Denge kurulduğunda aşağıdakilerden hangisi yanlış olur?**
(t = sabit)



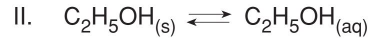
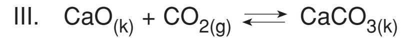
A) Kaptaki molekül sayısı azalır.
B) X'in denge derişimi artar.
C) Son basınç ilk basıncın iki katı olur.
D) Denge sabiti değişmez.
E) Y'nin mol sayısı azalır.

13. $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(g)}$
tepkimesi sabit sıcaklıkta dengededir. Kaba bir miktar $A_{(g)}$ ekleniyor.
Buna göre, aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

	[A]M	[B]M	[C]M	Denge sabiti
A)	Azalır	Azalır	Artar	Artar
B)	Artar	Azalır	Artar	Artar
C)	Artar	Azalır	Artar	Değişmez
D)	Azalır	Azalır	Artar	Değişmez
E)	Artar	Artar	Azalır	Değişmez

14. $1/2N_2 + 1/2O_2 \rightleftharpoons NO$ $K_1 = 5$
$2NO_2 \rightleftharpoons 2NO + O_2$ $K_2 = 2$
olduğuna göre, aynı koşullarda;
$N_2 + 2O_2 \rightleftharpoons 2NO_2$

için denge sabiti kaçtır?

A) 7 B) 25 C) 2,5 D) 12,5 E) 23

15. I. $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$
II. $C_2H_5OH_{(s)} \rightleftharpoons C_2H_5OH_{(aq)}$

III. $CaO_{(k)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons CaCO_{3(k)}$

Yukarıdaki olayların hangilerinde maksimum düzensizlik eğilimi ürünlerin lehinedir?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

16. I. Tepkime hızı
II. Denge sabiti
III. Aktifleşme enerjisi
Bir tepkimede sıcaklık artırılırsa yukarıdakilerden hangileri değişir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

1. $A_{2(g)} + 2B_{2(g)} \rightleftarrows 2AB_{2(g)}$ + ısı

Tepkimesinde dengeyi tepkimeye girenler yönünde kaydırmak için aşağıdakilerden hangisi yapılmalıdır?

A) Basıncı azaltıp, sıcaklığı artırmak.
B) B_2'nin derişimini artırıp, AB_2'nin derişimini azaltmak.
C) AB_2 'nin derişimini ve sıcaklığı azaltmak.
D) Kabın hacmini ve sıcaklığı azaltmak.
E) A_2' nin derişimini artırıp, sıcaklığı azaltmak.

2. Aşağıda verilen tepkimelerden hangisinde minimum enerjili hâle varma eğilimi ürünlerden yanadır?

A) $H_{2(g)} \rightleftarrows 2H_{(g)}$
B) $Na_{(g)} \rightleftarrows Na^+_{(g)} + e^-$
C) $Cl_{2(g)} + 2e^- \rightleftarrows 2Cl^-_{(g)}$
D) $Fe_{(k)} \rightleftarrows Fe_{(s)}$
E) $I_{2(k)} \rightleftarrows I_{2(g)}$

3. I. $Zn_{(k)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + H_{2(g)}$
II. $CH_3CH_2OH + O_2 \longrightarrow CH_3COOH + H_2O$
III. $Ba^{+2}_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)} \longrightarrow BaSO_{4(k)}$

Yukarıda verilen tepkimelerin hızlarına göre büyükten küçüğe doğru sıralınışı nedir?

A) I, III, II B) III, II, I C) II, I, III
D) II, III, I E) III, I, II

4. $COCl_{2(g)} \rightleftarrows CO_{(g)} + Cl_{2(g)}$ + ısı

dengesini ürünler yönüne çevirmek için aşağıdakilerden hangisi yapılmalıdır?

	Kabın hacmi	Sıcaklık
A)	Büyütülmeli	Artırılmalı
B)	Sabit	Artırılmalı
C)	Küçültülmeli	Düşürülmeli
D)	Büyütülmeli	Düşürülmeli
E)	Küçültülmeli	Artırılmalı

5. $CO_{2(g)} + C_{(k)}$ + ısı $\rightleftarrows 2CO_{(g)}$

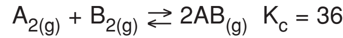
Tepkimesinin denge konumu için;

I. Maksimum düzensizlik eğilimi ürünler yönüne doğrudur.
II. Tepkime kabının hacmi küçültülürse denge girenler yönünde doğru olur.
III. Kapta CO_2 gazı uzaklaştırılırsa $C_{(k)}$ nun mol sayısı artar.

açıklamalarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

6. 2 litrelik bir kaba 3 mol A_2 ve 3 mol B_2 gazları konuyor.



$A_{2(g)} + B_{2(g)} \rightleftarrows 2AB_{(g)}$ $K_c = 36$

tepkimesine göre, **denge kurulduğunda kaptaki AB' nin mol sayısı kaç olur?**

A) 1,7 B) 2,25 C) 2,57 D) 4,5 E) 5,14

7. I. $Zn_{(k)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + H_{2(g)}$
II. $S_{(k)} + O_{2(g)} \longrightarrow SO_{2(g)}$
III. $Na_{(k)} + H_2O_{(s)} \longrightarrow NaOH_{(aq)} + H_{2(g)}$

Yukarıdaki tepkimelerin hangilerinde temas yüzeyinin artması tepkimeyi hızlandırır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

8. $2X_{(g)} + Y_{(g)} \rightleftarrows 2Z_{(g)}$

Tepkimesinde 500K'deki molekül sayısı 400K'deki molekül sayısından fazladır.

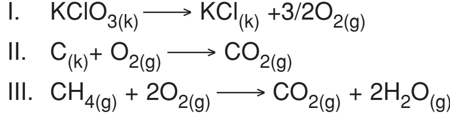
Buna göre;

I. Tepkime ısı veren bir tepkimedir.
II. 500K'deki denge sabiti 400K'deki denge sabitinden küçüktür.
III. Z yüksek sıcaklıkta daha karalıdır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

9. **Sabit basınç ve sabit sıcaklıkta gerçekleştirilen;**



I. $KClO_{3(k)} \longrightarrow KCl_{(k)} + 3/2O_{2(g)}$

II. $C_{(k)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$

III. $CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$

tepkimelerinden hangilerinin tepkime hızı hacim değişimi izlenerek ölçülebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

10. $2XY_{2(g)} + Y_{2(g)} \rightleftarrows 2XY_{3(g)}$

tepkimesi dengede iken aynı sıcaklıkta;

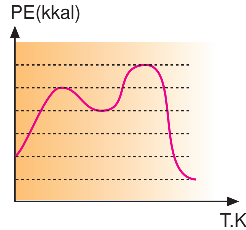
I. Hacim artırılıyor.

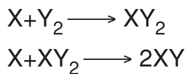
II. Tepkime ortamına sabit hacimde He gazı ilave ediliyor.

Her iki işlem sonucunda denge konumunda meydana gelen değişmeler için hangisi doğrudur?

	I	II
A)	Değişmez	Değişmez
B)	Girenler lehine	Ürünler lehine
C)	Girenler lehine	Girenler lehine
D)	Girenler lehine	Değişmez
E)	Ürünler	Değişmez

11. Gaz fazında gerçekleşen tepkimenin potansiyel enerji - tepkime koordinatı grafiği verilmiştir. Bu tepkimenin adımları;





$X + Y_2 \longrightarrow XY_2$

$X + XY_2 \longrightarrow 2XY$

şeklindedir. **Buna göre, aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?**

A) Hız bağıntısı r = k[X] [Y_2]'dir.

B) Kabın hacmi artırılırsa tepkime hızlanır.

C) Y_2 gazının derişimi artırılırsa tepkime hızlanır.

D) XY_2 gazı ara üründür.

E) Katalizör kullanılırsa birinci adımın aktifleşme enerjisi düşer.

12. $2X_{(g)} + Y_{(g)} \rightleftarrows 2Z_{(g)} + L_{(k)}$

Tepkimesinin ;

Sıcaklık	Denge sabiti
100 °C	4
300 °C	0,5

olduğuna göre, aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

A) 300 °C de gaz fazındaki molekül sayısı 100 °C deki molekül sayısından azdır.

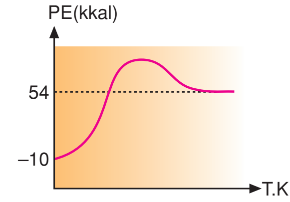
B) Düşük sıcaklıkta ürünler daha kararlıdır.

C) 50 °C de tepkimenin denge sabiti 4'ten büyüktür.

D) Basıncın artırılması dengeyi ürünler yönünde kaydırır.

E) Tepkime ekzotermiktir.

13.



Potansiyel enerji - tepkime koordinatı grafiği verilen tepkime ile ilgili;

I. Tepkime ısısı +54 kkal dir.

II. Ürünlerin entalpisi +54 kkal dir.

III. Bir bileşiğin elementlerinden oluşma entalpisidir.

yargılarından hangileri yanlıştır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

14. $X_{2(g)} + 2Y_{(g)} \rightleftarrows 2XY_{2(g)}$ + ısı

Denge tepkimesi için;

I. Sistemin sıcaklığı artılırsa denge sabiti küçülür.

II. Sabit sıcaklıkta kap hacmi küçültülürse toplam molekül sayısı azalır.

III. Minimum enerji eğilimi ürünler lehinedir.

açıklamalarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

3.

ÜNİTE

ÇÖZELTİLERDE DENGE

Günlük hayatta karşılaştığımız maddelerin bir kısmı asittir. Bunlar genellikle yakıcı ve tahriş edici olarak bilinmesine rağmen çoğu zamanda vazgeçemediğimiz yiyeceklerde bulunur. Mesela sirkenin yapısında asetik asit, limon suyunda sitrik asit, gazoz gibi içeceklerde karbonik asit, kolada fosforik asit, elmada maleik asit, yeşil yapraklı sebzelerde folik asit, portakal ve mandalina gibi turunçgillerde askorbik asit, aspirinde asetil salisilik asit bulunmaktadır. Yine bir kısım asitler vücudumuzdaki proteinlerin yapıtaşlarını oluşturmaktadır. Nitrik asit, sülfürik asit, siyanür asidi gibi bazı asitlerin ise yenilip içilmesi canlı vücudu için tehlike arz eder.

Elimizi sabunla yıkarken verdiği kayganlık hissini hepimiz fark etmişizdir. Yüzümüzü sabunla yıkarken gözümüze kaçtığında gözümüzün yanmasına sebep olur. Sabuna kaygan, yakıcı, acı olma gibi özellikleri veren madde bazdır. Bazlar temizlik maddelerinde, şampuanlarda ve diş macunu, sabun, çamaşır sodası, amonyaklı su, kostik, kireç kaymağı gibi daha bir çok maddenin yapısında bulunur.



SUYUN OTOİYONİZASYONU

1. SUYUN OTOİYONİZASYONU
2. SUYUN İYONLAŞMA DENGESİ
3. pH ve pOH

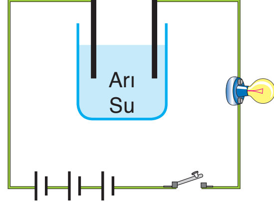
Büyük nehirlerin hepsi, içme suyu amacıyla, şehirlerde kullanılmaktadır. Kullanılan su daha sonra işlendikten sonra nehirlere endüstriyel atıklarla birlikte kanalizasyon suyu olarak geri döner. Bunun sonucu olarak bir çok nehirdeki su, sürekli artan bir şekilde kirlenmektedir. Yer altındaki gözenekli kaya tabakalarında süzülerek akan su nispeten temizdir, ancak bunlar da kirlenmektedir.

İçilebilir su kaynaklarının güvenilirliği günümüzdeki şehir yöneticilerinin ilgilendiği başlıca konudur ve su kimyacıları ve sağlık mühendislerinin sorumluluk alanıdır. Evlerde kullandığımız su renksiz, kokusuz olmalı, askıda katı, zehirli birleşikler ve bakteri içermemelidir.

1. BÖLÜM

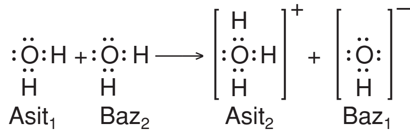
SUYUN OTOİYONİZASYONU

1. SUYUN OTOİYONİZASYONU

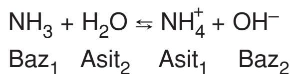


Arı su elektrik akımını kolay iletmez. Şekildeki gibi bir düzenek kurulduğunda lambanın yanmadığı gözlemlenir. Bu işlem arı suyun elektriği kolay iletmediğini kanıtlar. Ancak duyarlı ölçü aletleriyle yapılan deneyler, arı suyun çok zayıf da olsa bir iletken olduğunu göstermiştir. Öyleyse su da iyonlaşmış olmalıdır. Bu gözlem, bazı su moleküllerinin proton vermesinden ve bazılarını da proton almasından ileri gelir. Bu olaya suyun **otoprotolizi** veya **otoiyonizasyonu** adı verilir.

Otoiyonizasyon, bir maddenin kendi kendine iyonlaşmasına denir. Bir su molekülü baz olarak davranan ikinci bir su molekülüne bir proton vererek asit olarak davranır.

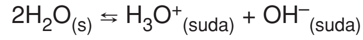


Su yerine göre ya asit ya da baz olarak davranabilme karakterine sahiptir. Su asitlerden bir proton alarak H_3O^+ iyonunu oluşturur. Ancak su bir baz değildir. Su molekülleri baz çözeltilerine proton vererek OH^- iyonu oluşturur. Ancak su asit değildir. Su hem proton vericisi hem de proton alıcısıdır. HCl ve CH_3COOH gibi asitlerle olan tepkimelerinde baz görevi görürken, NH_3 gibi bazlarla olan tepkimelerinde ise asit olarak davranır. Bazı tepkimelerde asit, baz tepkimelerinde de baz olarak davranan bu tür maddelere **Bronsted-Lowry** teorisinde **amfoter** (amfoterik veya amfiprotik) maddeler alarak tanımlanmaktadır.

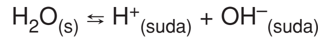


2. SUYUN İYONLAŞMA DENGESİ

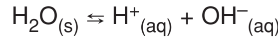
Ortamda başka herhangi bir asit veya baz olmazsa bile su molekülleri arasında proton aktarımı olduğunu belirlemiştik.



Bu denklemden de anlaşılacağı gibi su ortamında yalnız H^+ iyonu bulunamaz ve proton en az bir su molekülüne bağlanarak hidronyum (H_3O^+) iyonu oluşturur. Ancak yazım kolaylığı için kullanılan H^+ sembolü gerçekte H_3O^+ iyonu karşılık gelir.



Su ortamında iyonların sembollerinin sağ altına **suda** veya **aq** işaretleri konur. Bu semboller iyonların su ortamında bulunduğunu gösterir. İyon sembollerinde bu işaretler olmazsa bile aksi belirtilmedikçe iyonun bulunduğu ortam sudur.



Bu dengede su molekülü H_2O, hidrojen iyonu $H^+_{(aq)}$ ve hidroksil iyonu $OH^-_{(aq)}$ gibi üç tür bileşen vardır. Bu tepkime için denge bağıntısı

$$K = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]}$$ olur.

Burada su molekülleri derişimi (1 litre su 1000 gramdır) 1000/18 yani 55,5 M olup, oluşan H^+ ve OH^- iyonları suyun derişimini pek değiştirmez. Bu yüzden sabit olan bu değer bağıntıdaki yerine yazılırsa,

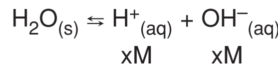
$$K = \frac{[H^+][OH^-]}{55,5}$$

$$K.55,5 = [H^+]\,[OH^-]$$

bağıntısı oluşur. K.55,5 değeri K_{su} olarak alınırsa;

$K_{su} = [H^+]\,[OH^-]$ oluşur.

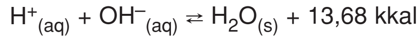
K_{su}'nun 25°C'deki değeri $1,00.10^{-14}$ dır. K_{su} kullanılarak iyonların derişimi hesaplanabilir.



$$K_{su} = [H^+]\,[OH^-] \Rightarrow K_{su} = (x)\,(x)$$
$$= x^2$$

$x = \sqrt{K_{su}} \Rightarrow x = \sqrt{1.10^{-14}} \Rightarrow x = 1,00.10^{-7}$M bulunur. Bu sonuç arı suyun iletkenliğinin neden zayıf olduğunu açıklar. Yani arı su çok zayıf bir elektrolittir denebilir.

Bir mol su, iyonlarından oluşurken 13,68 kkal ısı açığa çıkar.



$H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightleftharpoons H_2O_{(s)} + 13,68$ kkal

Bu tepkime ters çevrildiğinde,



$H_2O_{(s)} + 13,68$ kkal $\rightleftharpoons H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

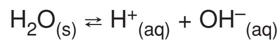
endotermik tepkimesi elde edilir. Sıcaklık artıkça iyonlaşma miktarı artar. Dolayısıyla sıcaklık arttıkça K_{su} değeri artar.

Çeşitli sıcaklıklarda K_{su} değeri,

Sıcaklık (°C)	K_{su}
0	$0,114 . 10^{-14}$
10	$0,295 . 10^{-14}$
20	$0,676 . 10^{-14}$
25	$1,00 . 10^{-14}$
60	$9,55 . 10^{-14}$

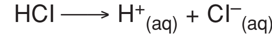
Saf su veya çözeltilerde hidronyum ve hidroksil iyonları derişimlerinin çarpımı sabittir. Asit veya baz ilave edilerek iyonlardan birinin derişimi artırılırsa, iyon derişimleri çarpımını sabit tutabilmek için diğeri azalır.

Sulu çözeltilerdeki $H^+_{(aq)}$ ve $OH^-_{(aq)}$ iyonlarının özel davranışları vardır.



$H_2O_{(s)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

Tepkimeye göre arı suda $H^+_{(aq)}$ ve $OH^-_{(aq)}$ derişimleri eşittir. Denge durumunda kuvvetli elektrolit olan HCl eklendiğinde dengenin nasıl değişeceğini inceleyelim. HCl,



$HCl \longrightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

şeklinde çözünür. H^+ iyonu eklendiği için $[H^+] = [OH^-]$ eşitliği bozulur.

$[H^+] > 1.10^{-7}$M, $[OH^-] < 1.10^{-7}$ M olur.

$K_{su} = [H^+]\,[OH^-]$ olacağından,

$[OH^-] = \dfrac{K_{su}}{[H^+]}$ olur.

ÖRNEK

1 litre suda 0,10 mol HCl çözünerek hazırlanan oda koşullarındaki çözelti için;

I. $H^+_{(aq)}$ derişimi 0,10 M olur.

II. $OH^-_{(aq)}$ derişimi $1,0.10^{-13}$ M olur.

III. $Cl^-_{(aq)}$ derişimi 0,10 M olur.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

ÖRNEK

25°C'de bir litre suda 0,80 gram NaOH çözünerek hazırlanan çözelti ile ilgili;

I. $OH^-_{(aq)}$ iyonları derişimi 0,20 M dır.

II. $H^+_{(aq)}$ iyonları derişimi $5{,}0.10^{-13}$ M dır.

III. $Na^+_{(aq)}$ iyonları derişimi 0,020 M dir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

(Na = 23, O = 16, H = 1)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

3. pH ve pOH KAVRAMLARI

Sulu çözeltilerde H^+ ve OH^- iyonları derişimleri genellikle çok küçük sayılardır. Bu küçük sayılarla çalışılması oldukça güçtür. Bu nedenle 1909 da Danimarkalı kimyacı Soren Sorensen tarafından daha pratik bir kavram olan pH önerilmiştir.

pH, sulu çözeltilerdeki H^+ iyonları derişiminin çok küçük sayılarla belirtilmesinin zorluğundan kurtulmak ve çözeltinin asitliğini daha kolay, anlaşılır biçimde anlatmak için kullanılmaktadır. pH, hidrojen iyonu derişiminin (mol/litre cinsinden) eksi logaritması, pOH ise hidroksil iyonu derişiminin eksi logaritmasıdır. Bir sayısal verinin p–fonksiyonu, bu verinin 10 tabanına göre negatif logaritmasıdır.

$pH = -\log [H^+]$

Bu kavramı ilgilendiren kural ve bağıntılar aşağıdaki gibidir.

- $pH = -\log [H^+] = -\log[H_3O^+]$
  $pOH = -\log [OH^-]$
- 25°C de saf su için;
  $pK_{su} = -\log K_{su}$
  $= -\log (1{,}0 \,.\, 10^{-14}) \Rightarrow pK_{su} = 14$
  $pH = -\log[H^+]$
  $= -\log(1{,}0.10^{-7}) \Rightarrow pH = 7$
  $pOH = -\log [OH^-]$
  $= -\log (1{,}0 \,.\, 10^{-7}) \Rightarrow pOH = 7$
  $pH + pOH = pK_{su}$
  $pH + pOH = 14$
- Çözeltiler için;

$[H^+]$	pH	Çözelti
$[H^+] > 1{,}0 \,.\, 10^{-7}$ M	pH < 7	Asidik çözeltiler
$[H^+] = 1{,}0 \,.\, 10^{-7}$ M	pH = 7	Nötr çözeltiler
$[H^+] < 1{,}0 \,.\, 10^{-7}$ M	pH > 7	Bazik çözeltiler

Bir çok pH ölçeri 1 ile 14 arasında değer göstermekle birlikte, gerçekte pH değerleri 1'den az ve 14'den büyük olabilir. Örneğin 2M HCl sulu çözeltisinin pH'ı –0,30'dur

ÖRNEK

0,05 mol H_2SO_4 kullanılarak 100 litre çözelti hazırlanıyor.

a) Çözeltinin H^+ iyonu derişimi kaç M'dır?
b) Çözeltinin OH^- iyonları derişimi kaç M'dır?
c) Çözeltinin pH'ı kaçtır?
d) Çözeltinin pOH'ı kaçtır?

ÇÖZÜM

ÖRNEK

0,01 mol H_2SO_4 ile 20 litre çözelti hazırlanıyor.

Bu çözeltinin OH^- derişimi nedir?

A) 10^{-13} B) 10^{-11} C) 10^{-3} D) 3 E) 11

ÇÖZÜM

ÖRNEK

27 °C sıcaklık ve 0,6 atm basınçta $4,1.10^{-2}$ litre hacim kaplayan HCl gazı suda çözünerek 500 ml çözelti hazırlanıyor. **Çözeltinin pH'ı kaç olur?** (log 2 = 0,3)

A) 1,7 B) 2 C) 2,3 D) 2,7 E) 3

ÇÖZÜM

ÖRNEK

0,08 gram NaOH suda çözünerek 200 ml çözelti hazırlanıyor. **Çözeltinin pH'ı kaç olur?** (NaOH = 40)

A) 10^{-2} B) 2 C) 10^{-12} D) 12 E) 3

ÇÖZÜM

ÖRNEK

pH'ı 13 olan 20 litre $Ca(OH)_2$ çözeltisi hazırlamak için kaç gram $Ca(OH)_2$ gerekir?

(Ca = 40, O = 16, H = 1)

A) 148 B) 74 C) 37 D) 14,8 E) 7,4

ÇÖZÜM

1. $9,8.10^{-2}$ g H_2SO_4 kullanılarak 20 litrelik çözelti hazırlanıyor. **Buna göre;**

I. Çözeltideki $[H^+]$ iyonları derişimi 1.10^{-3}M'dır.
II. H_2SO_4'ün tesir değerliği 2'dir.
III. Çözeltinin pOH değeri 10'dur.

yargılarından hangileri doğrudur?

(H = 1, O = 16, S = 32)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

ÇÖZÜM

2. **100 ml HNO_3 çözeltisine 300 ml saf su katılırsa çözeltinin pH'ı 2 olduğuna göre, HNO_3 çözeltisinin başlangıç derişimi kaç mol/litre'dir?**

A) 0,5 B) 4.10^{-2} C) 1.10^{-2}
D) 5.10^{-3} E) $2,5.10^{-3}$

ÇÖZÜM

3. **pH = 2 olan 200 ml HCl çözeltisine kaç litre su katılırsa çözeltinin pH'ı 3 olur?**

A) 1,8 B) 2 C) 20 D) 19,8 E) 2.10^3

ÇÖZÜM

4. NK'da 5,6 litre hacim kaplayan HCl gazı ile 250 ml çözelti hazırlanıyor.
Çözeltinin pOH'ı kaç olur?

A) 0 B) 2 C) 4 D) 12 E) 14

ÇÖZÜM

5. 2 mg NaOH ile 10 litre çözelti hazırlanıyor. **Çözeltinin pH'ı kaçtır?** (log2 = 0,3, NaOH = 40)

A) 5.10^{-5} B) 2.10^{-10} C) 4,3
D) 8,7 E) 10

ÇÖZÜM

6. pH = 12 olan 5 litre NaOH çözeltisi hazırlanıyor. **Bu çözelti için;**

I. Çözünen NaOH 2 gramdır.
II. $[OH^-]$ derişimi 10^{-12}M dır.
III. $\frac{pH}{pOH}$ oranı 6'dır.

yargılarından hangileri doğrudur? (NaOH = 40)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

ÇÖZÜM

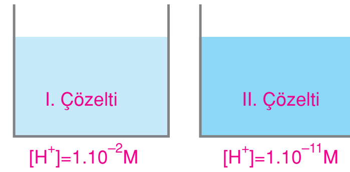
7. I. Saf su
II. 2M HCl çözeltisi
III. Şeker çözeltisi

Yukarıdaki sıvıların hangilerinde 25 °C'de $[H^+][OH^-] = 10^{-14}$ tür?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

8.



Şekilde verilen çözeltilerle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

A) I. çözelti asit, II. çözelti bazdır.
B) I. çözeltinin pH'ı 2'dir.
C) II. çözeltinin pH'ı 11'dir.
D) I. çözeltinin OH^- derişimi 1.10^{-12}M dır.
E) II. çözeltinin OH^- derişimi 3M tür.

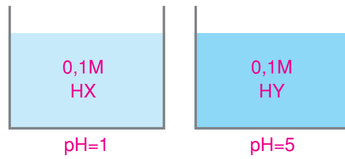
ÇÖZÜM

9. **pH = 12 olan 5 litre $Ca(OH)_2$ çözeltisi hazırlamak için kaç gram $Ca(OH)_2$ gerekir?** (Ca = 40, O = 16, H = 1)

A) 1,85 B) 3,7 C) 7,4
D) 14,8 E) 18,5

ÇÖZÜM

10.



Molar derişimleri ve pH'ları belirtilen kaplardaki çözeltilerin;

I. Elektriksel iletkenlikleri aynıdır.

II. HX kuvvetli asit, HY ise zayıf asittir.

III. X^- derişimi Y^- derişiminden fazladır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

1. 16 gram NaOH kullanılarak 4 litre çözelti hazırlanıyor. **Buna göre çözeltinin,**
   a) OH^- iyonları derişimi kaç mol/litredir?
   b) pH'ı kaçtır? (NaOH = 40)

2. 0,1M, 1 ml NaOH sulu çözeltisine su ilave edilerek hacmi 100 ml'ye tamamlanıyor.
   Buna göre,
   a) OH^- iyonları derişimi kaç mol/litre olur?
   b) Çözeltinin pH'ı kaç olur?

3. pH'ı, 2 olan 400 ml H_2SO_4 çözeltisi hazırlanıyor.
   Buna göre,
   a) SO_4^{-2} iyonları derişimi kaç mol/litredir?
   b) Kaç gram H_2SO_4 harcanmıştır?
   (H = 1, S = 32, O = 16)

4. 2,24 gram KOH çözünerek 40 litre çözelti hazırlanıyor.
   Buna göre,
   a) Çözeltinin OH^- iyonları derişimi kaç mol/litre olur? (KOH = 56)
   b) Çözeltinin pH'ı kaç olur?

5. % 40 saflıkta 250 gram NaOH katısının 2,5 litre sudaki çözeltisi hazırlanıyor. **Bu çözeltinin pH değeri 25°C de kaçtır?**
   (H = 1, O = 16, Na = 23)

6. 11,6 gram $Mg(OH)_2$ kullanılarak 40 litre çözelti 25°C'de hazırlanıyor.
   Çözeltinin H^+ iyonları derişimi kaç mol/litredir? (H = 1, O = 16, Mg = 24)

7. **Bir çözeltinin OH^- iyonları derişimi 10^{-9}M ise,**
   a) H^+ iyonları derişimi kaçtır?
   b) pH'ı kaçtır?
   c) pOH'ı kaçtır.

8.

0,1M Çözelti	pH
X	1
Y	13
Z	9

   pH'ları verilen yukarıdaki çözeltiler için;
   a) Hangileri bazdır?
   b) Hangileri kuvvetli asittir?
   c) Hangileri kuvvetli bazdır?

9. 2,52 gram HNO_3 çözülerek 20 litre çözelti hazırlanıyor. **Buna göre,**

a) H^+ iyonları derişimi kaç olur? (HNO_3 = 63)

b) pH'ı kaç olur? (log2 = 0,3)

10. $9,8.10^{-2}$ gram H_2SO_4 ile 2 litre çözelti hazırlanıyor. **Buna göre,**

a) H^+ iyonları derişimi kaçtır? (H_2SO_4 = 98)

b) OH^- iyonları derişimi kaçtır?

11. pH'ı 13 olan 4 litre NaOH çözeltisinde,

a) OH^- iyonları derişimi kaç M'dır?

b) Kaç gram NaOH çözünmüştür?
(Na = 23, O = 16, H = 1)

12. pH'ı 2 olan çözeltilere ilişkin,

I. OH^- iyonları derişimi 10^{-12}M'dır.

II. Asittir.

III. Bütün metallere etki ederek H_2 gazı açığa çıkarır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

13. pH = 13 olan 50 litre NaOH çözeltisi hazırlanıyor. **Buna göre,**

a) Kaç gram NaOH çözünmüştür? (NaOH = 40)

b) 50 litre su eklenirse, çözeltinin pH'ı kaç olur? (log 5 = 0,7)

c) 150 litre su eklenirse, çözeltinin pH'ı kaç olur? (log 2,5 = 0,4)

14. Kütlece % 20'lik NaOH çözeltisinin 40 gramına su ilave edilerek hacmi 20 litreye tamamlanıyor. **Buna göre,**

a) Çözeltinin OH^- iyonları derişimi kaç molar olur? (NaOH = 40)

b) Çözeltinin pH'ı kaç olur?

ASİT VE BAZLARIN AYRIŞMA DENGELERİ

1. ARHENIUS, BRONSTED – LOWRY ASİT / BAZ KAVRAMLARI
2. ASİT / BAZ DENGELERİ
3. ASİT VE BAZLARIN KUVVETİ
4. KATYONLARDA / ANYONLARDA ASİTLİK BAZLIK
5. KUVVETLİ ASİT / BAZLARDA pH HESAPLARI
6. ZAYIF ASİT / BAZLARDA pH HESAPLARI

Çevre kirliliği, herhangi bir madde miktarının doğal dengeyi bozacak şekilde artarak birikmesine bağlı olarak gelişir. Gaz, katı veya sıvı olsun, bu maddeler havayı da kirletir. Bu kirleticilerin çoğu insan etkinliklerinin sonucunda açığa çıkar. Günümüzde insanların neden olduğu çevre kirliliğinin en kötü sonuçlarından biri de asit yağmurlarıdır. Asit yağmurları, fosil yakıt artıklarının doğal su döngüsüne karışmasıyla oluşur. Asit yağmurlarının sonucundaysa yok olan ormanlar, hiçbir canlının yaşamadığı ölü göller, zarar gören sanatsal yapılar ve sağlıklarını yitiren insanlardır.

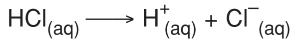
2. BÖLÜM

ASİT VE BAZLARIN AYRIŞMA DENGELERİ

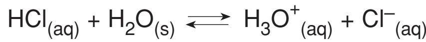
1. ARHENIUS, BRONSTED-LOWRY ASİT/BAZ KAVRAMLARI

a) Arrhenius Asit ve Baz Kavramı

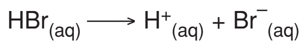
Suda çözününce ortama H^+ iyonlarını veren maddelere **asit,** OH^- iyonlarını verebilen maddelere **baz** denir.



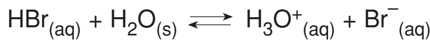
$$HCl_{(aq)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$



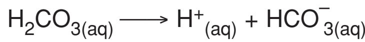
$$HCl_{(aq)} + H_2O_{(s)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$



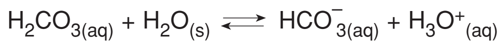
$$HBr_{(aq)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + Br^-_{(aq)}$$



$$HBr_{(aq)} + H_2O_{(s)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + Br^-_{(aq)}$$



$$H_2CO_{3(aq)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + HCO^-_{3(aq)}$$



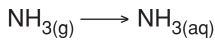
$$H_2CO_{3(aq)} + H_2O_{(s)} \rightleftharpoons HCO^-_{3(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$



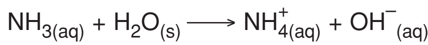
$$NaOH_{(k)} \longrightarrow Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$



$$Ca(OH)_{2(k)} \longrightarrow Ca^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$$



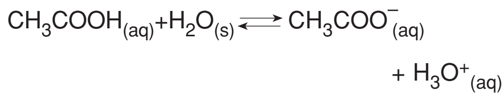
$$NH_{3(g)} \longrightarrow NH_{3(aq)}$$



$$NH_{3(aq)} + H_2O_{(s)} \longrightarrow NH^+_{4(aq)} + OH^-_{(aq)}$$



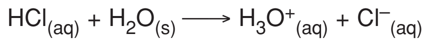
$$CH_3COOH_{(k)} \longrightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$$



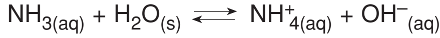
$$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(s)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

b) Bronsted - Lowry Asit ve Baz Tanımı

Suda çözününce ortama proton (H^+ iyonu) veren maddelere **asit,** ortamdan proton (H^+ iyonu) alan maddelere **baz** denir.



$$HCl_{(aq)} + H_2O_{(s)} \longrightarrow H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$



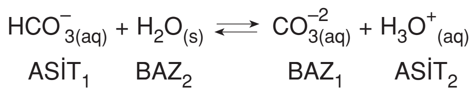
$$NH_{3(aq)} + H_2O_{(s)} \rightleftharpoons NH^+_{4(aq)} + OH^-_{(aq)}$$



$$HCO^-_{3(aq)} + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + CO^{-2}_{3(aq)}$$

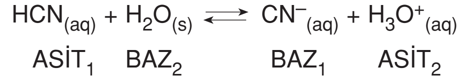
Konjuge Asit-Baz Çifti

Aralarında bir H^+ iyonu farkı bulunan ve birbirine dönüşebilen asit-baz çiftine konjuge asit-baz çifti denir. Bir asitin konjuge bazı, bu asitin proton vermesi sonucu oluşan bazdır. Bir bazın konjuge asiti, bu bazın proton almasıyla oluşan asittir.



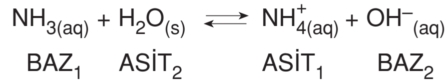
$$\underset{ASİT_1}{HCO^-_{3(aq)}} + \underset{BAZ_2}{H_2O_{(s)}} \rightleftharpoons \underset{BAZ_1}{CO^{-2}_{3(aq)}} + \underset{ASİT_2}{H_3O^+_{(aq)}}$$

HCO_3^- ve CO_3^{-2} maddeleri birbirinin konjuge asit-baz çiftidir. H_3O^+ ve H_2O ise birbirinin konjuge asit-baz çiftidir.



$$\underset{ASİT_1}{HCN_{(aq)}} + \underset{BAZ_2}{H_2O_{(s)}} \rightleftharpoons \underset{BAZ_1}{CN^-_{(aq)}} + \underset{ASİT_2}{H_3O^+_{(aq)}}$$

Aynı sayılar ile gösterilen asit-baz çiftleri konjuge asit-baz çiftleridir.



$$\underset{BAZ_1}{NH_{3(aq)}} + \underset{ASİT_2}{H_2O_{(s)}} \rightleftharpoons \underset{ASİT_1}{NH^+_{4(aq)}} + \underset{BAZ_2}{OH^-_{(aq)}}$$

Aynı sayılar ile gösterilen asit-baz çiftleri konjuge asit-baz çiftleridir.

c) Asit ve Bazların Genel Özellikleri

1. Asitler suda çözününce ortama H^+ iyonu, bazlar suda çözününce ortama OH^- iyonu verir.

ASİTLER	
Formülü	Adlandırma
HCl	Hidroklorik asit
HBr	Hidrobromik asit
HCN	Hidrosiyanik asit
HI	Hidroiyodik asit
HF	Hidroflorik asit
HNO_3	Nitrik asit
H_2SO_4	Sülfürik asit
$HClO_4$	Perklorik asit
H_2CO_3	Karbonik asit
H_3PO_4	Fosforik asit
CH_3COOH	Asetik asit
H_3BO_3	Borik asit
$HCOOH$	Formik asit

BAZLAR	
Formülü	Adlandırma
$NaOH$	Sodyum hidroksit
$LiOH$	Lityum hidroksit
KOH	Potasyum hidroksit
$Ca(OH)_2$	Kalsiyum hidroksit
$Mg(OH)_2$	Magnezyum hidroksit
$Ba(OH)_2$	Baryum hidroksit
NH_3	Amonyak
$CH_3{-}NH_2$	Metilamin
$C_6H_5{-}NH_2$	Anilin

2. Asit çözeltilerinin tadı ekşi, baz çözeltilerinin tadı acıdır. Asit ve baz çözeltileri yakıcı maddelerdir. Bazlar döküldükleri yerde kayganlık oluşturur.
Bir çok yiyecek maddesi asit içerir. Birçok sebze ve meyvede asit bulunur.

Asit	Formülü	Bulunduğu nesne
Laktik asit	$CH_3CH(OH)COOH$	Süt, karbonhidratlar
Formik asit	$HCOOH$	Karınca, ısırgan otu
Asetik asit	CH_3COOH	Sirke, üzüm, şeftali, ...
Propiyonik asit	C_2H_5COOH	Süt, yağ, peynir
Bütrik asit	C_3H_7COOH	Tereyağ, ter
Kaproik asit	$CH_3(CH_2)_6COOH$	Bitkisel ve hayvansal yağlarda
Laurik asit	$CH_3(CH_2)_{10}COOH$	Defne, hindistan cevizi tohum yağlarında, domates, kehribar,

Süt ve süt ürünleri, tüm bitkisel yağlar, tohum yağları, papatya, çay, ısırgan otu, hindistan cevizi, limon, elma, üzüm, şeftali, balık yağı, pamuk, soya, ayçiçeği, haşhaş, kenevir, keten tohumu yağlarında vb. maddelerde asit bulunur.
Sabunlu su, deterjanların çözündüğü su, taşkömürü, bazı bitki kökleri baz veya bazik tuz içerir. Soda ve karbonat tuzları da bazik özellik gösterir.

3. Sulu çözeltileri elektrik akımını iletir. Asit ve baz çözeltileri elektrolit maddelerdir.
Elektriği iletme miktarları derişimlerine ve kuvvetliliklerine bağlıdır. Molar derişimleri eşit ise, iletkenliği fazla olan asit veya baz, iletkenliği az olan asit ve bazlardan daha kuvvetlidir.
İletkenliği sağlayan iyonların varlığı ve hareketidir.

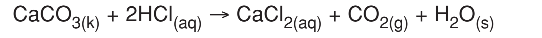
$HClO_{4(aq)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + ClO^-_{4(aq)}$

$NaOH_{(k)} \longrightarrow Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

4. Asit ve bazlar indikatör denilen bazı maddelerle tepkimeye girerek renk değişimine neden olurlar. Turnusol, asitli ortamda kırmızı, bazik ortamda mavi renk alır.

İndikatör	Asitli Ortam	Bazik Ortam
Turnusol	Kırmızı	Mavi
Fenolftalein	Renksiz	Pembe
Metiloranj	Turuncu	Sarı
Metil Kırmızısı	Kırmızı	Sarı
Alizarin Sarısı	Sarı	Kırmızı

5. Asitler karbonatlarla etkileşerek CO_2 gazı açığa çıkarırlar.


$CaCO_{3(k)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow CaCl_{2(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(s)}$

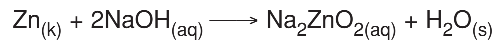

$Na_2CO_{3(k)} + H_2SO_{4(aq)} \rightarrow Na_2SO_{4(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(s)}$

6. Bir asit suda çözününce ortama verdiği proton (H^+ iyonları) sayısına asitin değerliği, bir bazın suda çözününce ortama verdiği OH^- sayısına veya ortamdan aldığı proton (H^+ iyonları) sayısına bazın değerliği denir.

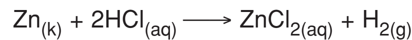
ASİT	DEĞERLİĞİ	BAZ	DEĞERLİĞİ
HCl	1	$NaOH$	1
H_2SO_4	2	KOH	1
H_3PO_4	3	$LiOH$	1
HCN	1	$Ca(OH)_2$	2
$HCOOH$	1	$Mg(OH)_2$	2
CH_3COOH	1	$Al(OH)_3$	3
HBr	1	NH_3	1
HF	1	$CH_3–NH_2$	1
H_2CO_3	2	$C_6H_5–NH_2$	1
$HClO_4$	1		

7. Kuvvetli ve zayıf asit vardır. Aynı şekilde kuvvetli ve zayıf baz vardır. Suda çözününce iyonlaşma yüzdesi kuvvetliliğini belirler. % 100 iyonlaşan asit ve bazlar kuvvetlidir.

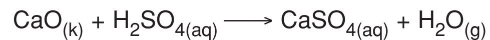
8. Bazlar metallere etki etmez. Ancak kuvvetli bazlar amfoter metal ve metal oksitlere etki eder.


$Zn_{(k)} + 2NaOH_{(aq)} \longrightarrow Na_2ZnO_{2(aq)} + H_2O_{(s)}$

Asitler aktif metallere etki eder. Genellikle tuz ve H_2 gazı oluşur.


$Zn_{(k)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow ZnCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$

Asitler metal oksitlere de etki eder.


$CaO_{(k)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow CaSO_{4(aq)} + H_2O_{(g)}$

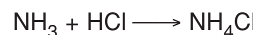
9. Asitler ile bazlar tepkime vererek tuz ve H_2O oluştururlar.


Asit + Baz ⟶ Tuz + Su


$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$


$H_2SO_4 + 2KOH \longrightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$

Her asit ile baz tepkimesinden su oluşmaz.


$NH_3 + HCl \longrightarrow NH_4Cl$

Bu tür bazlara **anhidro** bazlar denir.

10. Asit ve baz çözeltilerinin karşılaştırılması ve anlaşılması için pH kullanılır.
Genellikle çözeltilerin H^+ ve OH^- derişimleri düşüktür. İyon derişimleri yerine eksi logaritmaları kullanılır. Buna pH ve pOH denir.
$pH = -\log [H^+]$
$pOH = -\log [OH^-]$
a) 1 atm basınç ve 25°C sıcaklık koşulunda;
$[H^+][OH^-] = 10^{-14}$ tür.

b) 1 atm basınç ve 25 °C sıcaklık koşulunda;
pH + pOH = 14'tür.
c) $[H^+] < 10^{-7}$ M ise çözelti baziktir.
Çözeltinin pH > 7'dir.
$[H^+] = 10^{-7}$M ise çözelti nötrdür.
Çözeltinin pH = 7'dir.
$[H^+] > 10^{-7}$M ise çözelti asidiktir.
Çözeltinin pH < 7'dir.

ÖRNEK

HNO_3 suda çözününce % 100 iyonlaşan ve ortama H^+ ve NO_3^- iyonları veren bir bileşiktir.

Buna göre, HNO_3 için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

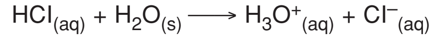
A) Zn katısı etki ederek H_2 gazı açığa çıkarır.
B) NaOH çözeltisi ile tepkime verir.
C) Çözeltisi mavi turnusolu kırmızıya çevirir.
D) Saf sıvı hâlde elektrik akımını iletir.
E) Çözeltisinin pH'ı 7'den küçüktür.

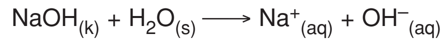
ÇÖZÜM

ESEN YAYINLARI

2. ASİT/BAZ DENGELERİ

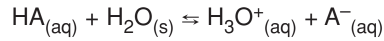
Bir çok asitler, bazlar ve tuzlar sulu çözeltilerde tamamen iyonlaşırlar. Yani denge reaksiyonu bu maddeler için tamamen sağa kaymıştır. Bu gibi tamamen iyonlaşan maddelere denge prensipleri uygulamaya gerek yoktur. HCl, HNO_3, NaOH ve NaCl bu maddelerin örnekleridir.


$$HCl_{(aq)} + H_2O_{(s)} \longrightarrow H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

$$NaCl_{(k)} + H_2O_{(s)} \longrightarrow Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

$$NaOH_{(k)} + H_2O_{(s)} \longrightarrow Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

Kuvvetli asitler sulu çözeltilerde tamamen iyonlaştıklarından, asit derişimi $1{,}0 \cdot 10^{-6}$ M'da daha büyük oldukça, çözeltideki H^+ iyonların derişimi asit derişimine eşittir. Suyun iyonlaşmasından gelen H^+ iyonları derişimi ihmal edilebilir. Asit derişimi $1{,}0.10^{-6}$M'dan küçük ise sudan gelen hidrojen iyonları derişimi de dikkate alınmalıdır. Benzer durum bazlarda hidroksil iyonları derişimi içinde söz konusudur. Baz derişimi $1{,}0.10^{-6}$ M'dan daha büyük olduğunda sudan gelen OH^- iyonları derişimi ihmal edilebilir.

Zayıf elektrolitler adı verilen bir çok bileşik sulu çözeltide ancak bir dengeye kadar iyonlaşır. Zayıf asit ve bazlar ile bazı tuzlar bu gruba girer. Zayıf bir asit için iyonlaşma dengesi;


$$HA_{(aq)} + H_2O_{(s)} \leftrightharpoons H_3O^+_{(aq)} + A^-_{(aq)}$$

$$K = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA][H_2O]}$$

$$K[H_2O] = \frac{[H_3O^+][A^-]}{HA}$$

$$K[H_2O] = K_a$$

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$

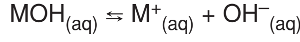
$$[H_3O^+] = [H^+] \Rightarrow$$

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

Elde edilen denge sabitine asit iyonlaşma sabiti denir ve K_a ile gösterilir.

Verilen sıcaklıkta HA asidinin kuvveti nicel olarak K_a'nın büyüklüğü ile ölçülür. Büyük K_a; kuvvetli asit, yani dengede ayrışmaya bağlı olarak büyük H^+ iyonları derişimi demektir. **K_a değeri ne kadar küçükse asit o kadar zayıftır.**

Asitlere benzer şekilde bazlar için iyonlaşma reaksiyonu ve denge sabiti yazılırsa;



$MOH_{(aq)} \leftrightharpoons M^{+}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)}$

$K_b = \frac{[M^+][OH^-]}{[MOH]}$ olur.

Elde edilen denge sabitine baz iyonlaşma sabiti denir ve K_b ile gösterilir. Asitlere benzer şekilde bazlar için de, **K_b değeri ne kadar küçük ise bazın proton atma kabiliyeti o kadar azdır ve baz o kadar zayıftır.**

ÖRNEK

Asitlik sabiti $K_a = 5.10^{-6}$ olan 0,2M HA asit çözeltisinin pH'ı kaç olur?

A) 2 B) 3 C) 4 D) 5 E) 6

ÇÖZÜM

ÖRNEK

0,1M, 400 ml HA zayıf asit çözeltisindeki H^+ iyonu mol sayısı kaçtır? (HA için $K_a = 1.10^{-5}$)

A) 4.10^{-3} B) 4.10^{-4} C) 1.10^{-3}
D) 0,1 E) 0,4

ÇÖZÜM

3. ASİT VE BAZLARIN KUVVETİ

1. Asit ve bazların kuvveti, suda çözününce iyonlaşma yüzdesine bağlıdır.

Suda çözününce tamamen iyonlaşan asit ve bazlara kuvvetli asit ve baz denir.

$[H^+] \geq$ [ASİT] ise % 100 iyonlaşmaktadır. Kuvvetli asittir.

$[OH^-] \geq$ [BAZ] ise % 100 iyonlaşmaktadır. Kuvvetli bazdır.

0,01M Çözelti	pH
HX	2
HY	4
HZ	6

HX, HY ve HZ asit çözeltileridir.

$[HX]= 0^{-2}M$, pH=2 $\Rightarrow$ $2 = -\log[H^+]$
$-2 = \log[H^+]$
$[H^+] = 10^{-2}M$

$[HX]=[H^+] \Rightarrow$ % 100 iyonlaşıyor. Kuvvetli asittir.

$[HY]=10^{-2}M$ pH=4 $\Rightarrow 4 = -\log[H^+]$
$-4 = \log[H^+]$
$[H^+] = 10^{-4}M$

$$\text{İyonlaşma yüzdesi} = \frac{10^{-4}.100}{10^{-2}} = \%1$$

Zayıf asittir.

$[HZ] = 10^{-2}M$ pH=6$\Rightarrow 6 = -\log[H^+]$
$-6 = \log[H^+]$
$[H^+] = 10^{-6}M$

$$\text{İyonlaşma yüzdesi} = \frac{10^{-6}.100}{100^{-2}} = \%0,01$$

Zayıf asittir.

Kuvvetlilik sıralaması;

HZ < HY < HX olur.

Suda çözününce kısmen iyonlaşan asit ve bazlara, zayıf asit ve bazlar denir. İyonlaştığı yüzde oranında kuvvetlidir.

2. Bir periyotta soldan sağa doğru gidildikçe elektronegatiflik artar. Ametalin elektronegatifliği arttıkça asidik özellik artar. Ametalin oluşturduğu asitin kuvveti artar.

En kuvvetli bazları 1A ve 2A grubu oluştururken, en kuvvetli asitleri 5A, 6A ve 7A gruplarındaki bazı elementler oluşturur.

$_{11}Na$	$_{12}Mg$	$_{13}Al$	$_{14}Si$	$_{15}P$	$_{16}S$	$_{17}Cl$
$NaOH$	$Mg(OH)_2$	$Al(OH)_3$	H_2SiO_4	H_3PO_4	H_2SO_4	$HClO_4$
Kuvvetli baz	Zayıf baz	Zayıf baz	Zayıf asit	Orta asit	Kuvvetli asit	Kuvvetli asitler

3. Periyodik cetvelin bir grubunda, yukarıdan aşağıya doğru elementlerin elektronegatifliği azalır. Bundan dolayı asitlerin kuvvetliliği azalırken bazların kuvvetliliği artar.

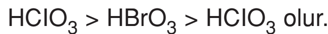
4. Molar derişimleri eşit olan asit veya baz çözeltileri karşılaştırılırken elektrik akımı araç olarak kullanılabilir. Elektrik akımını en fazla ileten asit, en kuvvetli asit, en fazla ileten baz ise en kuvvetli bazdır.

5. Halojenlerin hidrürleri asit özelliği gösterir.
   HF : Hidroflorik asit
   HCl : Hidroklorik asit
   HBr : Hidrobromik asit
   HI : Hidroiyodik asit
   Bu asitlerde halojenin atom çapı arttıkça asit kuvvetliliği artar. Halojenin atom çapı arttıkça H ile halojen arasındaki bağ zayıflar. Asit suda çözününce iyonlaşma yüzdesi artar. İyonlaşma yüzdesi artığı için kuvvetlilik artar. Kuvvetlilik sıralaması;
   HF < HCl < HBr < HI

6. Molekülleri oksijen içeren asitlere **oksi asitler** denir. Aynı ametalin oluşturduğu birden fazla oksi asit varsa, molekülündeki oksijen sayısı arttıkça asit kuvveti artar.
   Cl elementinin oluşturduğu oksi asitlerde kuvvetlilik sıralaması;
   $HClO < HClO_2 < HClO_3 < HClO_4$ dir.

merkez atomları farklı olan oksi asitlerin kuvvetliliği merkez atomun elektronegatifliği arttıkça, asit kuvvetliliği artar.


HClO > HBrO > HIO olur.


$HClO_3 > HBrO_3 > HClO_3$ olur.


$H_3PO_3 < H_2SO_3 < HClO_3$ olur.

K_a değeri büyüklüğünün bir asidin kuvvetinin ölçüsü olduğunu öğrendik. Bir asidin kuvvetliliğinin nelere bağlı olduğunu irdeledik. Bir asidin kuvvetinin başka bir ölçüsününde **iyonlaşma yüzdesi** olduğunu biliyoruz. Zayıf bir asit olarak HA'nın iyonlaşma yüzdesi;

iyonlaşma yüzdesi : $\dfrac{[H^+]_{denge}}{[HA]_{başlangıç}}.10$

olur. Bu tanım bazlar içinde geçerlidir.

Zayıf bir asidin iyonlaşma miktarı asidin başlangıç derişimine bağlıdır. Asit seyreldikçe iyonlaşma yüzdesi artar. Çözelti seyreldikçe derişimin azalmasından dolayı çözeltinin asitlik derecesi azalır.

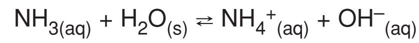
Özellik	Kuvvetli Asit	Zayıf Asit
K_a değeri	K_a büyük	K_a küçük
İyonlaşma dengesinin yönü	sağa doğru	Sola doğru
HA ile $[H^+]$ nin karşılaştırılması	$[H^+] \cong [HA]$	$[H^+] << [HA]$
Suyun bazlığı ile eşlenik bazın kuvvetinin karşılaştırılması	A^- sudan çok daha zayıf baz	A^- sudan çok daha kuvvetli baz

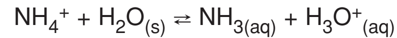
4. KATYONLARDA / ANYONLARDA ASİTLİK BAZLIK

İyonların su ile H_3O^+ veya OH^- oluşturmak üzere tepkimeye girmesine **hidroliz** denir.

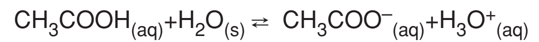
Moleküller asit ya da baz olabildiği gibi iyonlarda asit ya da baz olabilir.

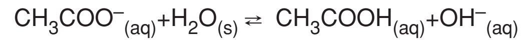
★ Zayıf bazların katyonları su ile tepkimeye girerek asidik çözelti oluşturur.


$NH_{3(aq)} + H_2O_{(s)} \rightleftharpoons NH_4{}^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$


$NH_4{}^+ + H_2O_{(s)} \rightleftharpoons NH_{3(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$

★ Zayıf asitlerin anyonları su ile tepkimeye girerek bazik çözelti oluşturur.

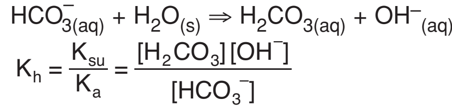

$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(s)} \rightleftharpoons CH_3COO^-{}_{(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$


$CH_3COO^-{}_{(aq)} + H_2O_{(s)} \rightleftharpoons CH_3COOH_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$

★ Zayıf asit ve zayıf bazlardan oluşan tuzların çözeltileri, hem katyonları hem de anyonları hidroliz olduğunda asidik, bazik veya nötr olabilirler.

a) Kuvvetli asit ve kuvvetli bazların oluşturduğu tuzlardaki anyonlar ve katyonlar hidroliz olmazlar. Çözeltileri nötr olur. KOH kuvvetli bazdır. K^+ katyonu hidroliz olmaz. **Kuvvetli bazların katyonları hidroliz olmaz.** HCl kuvvetli asittir. Cl^- anyonu hidroliz olmaz. **Kuvvetli asitlerin anyonları hidroliz olmaz.** Dolayısıyla KOH ve HCl'nin oluşturduğu KCl tuzu hidroliz olmaz. Çözeltinin pH'ı 7 dir.

b) Zayıf asitlerin kuvvetli bazlarla oluşturduğu tuzlar hidroliz olur. Çünkü zayıf asitlerin anyonları hidroliz olur. Bazik çözeltiler oluştururlar. Zayıf asit olan H_2CO_3 ile kuvvetli baz olan NaOH'ın oluşturduğu tuz $NaHCO_3$, hidroliz olur. Suda çözündüğünde oluşan Na^+ katyonu hidroliz olmaz. HCO_3^- iyonu ise hidroliz olur.

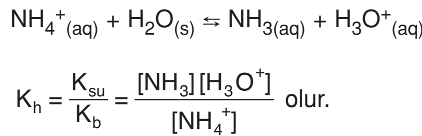


$$HCO^-_{3(aq)} + H_2O_{(s)} \Rightarrow H_2CO_{3(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

$$K_h = \frac{K_{su}}{K_a} = \frac{[H_2CO_3][OH^-]}{[HCO_3^-]}$$

c) Zayıf bazların kuvvetli asitlerle oluşturduğu tuzlar hidroliz olur. Çünkü zayıf bazların katyonları hidroliz olur. NH_3 zayıf baz, HCl kuvvetli asittir. NH_4Cl ise bir asidik tuzdur. Bu tuz suda çözününce katyonu hidroliz olur ve asidik bir çözelti oluşturur.

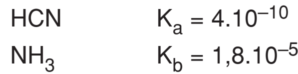
$$NH_4^+{}_{(aq)} + H_2O_{(s)} \leftrightarrows NH_{3(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$$



$$K_h = \frac{K_{su}}{K_b} = \frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]} \text{ olur.}$$

$K_{su} = K_a \cdot K_b = [H_3O^+] \cdot [OH^-]$ dır.

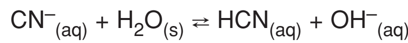
d) Zayıf asit ve zayıf bazların oluşturduğu tuzların hem katyonu hem de anyonu hidroliz olur. Bu durumda çözelti asidik, bazik ve nötr olabilir. K_a ve K_b sabitleri karşılaştırılarak böyle bir çözeltinin asidik mi yoksa bazik mi olduğu söylenebilir.



HCN $K_a = 4.10^{-10}$

NH_3 $K_b = 1{,}8.10^{-5}$

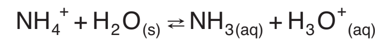
Bu iki bileşiğin oluşturduğu NH_4CN tuzu suda çözündüğünde hem $NH_4^+{}_{(aq)}$ hemde $CN^-_{(aq)}$ hidroliz olur.



$$CN^-_{(aq)} + H_2O_{(s)} \rightleftarrows HCN_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

$$K_h = K_b = \frac{K_{su}}{K_a} = \frac{[HCN][OH^-]}{[CN^-]}$$

$$K_b = \frac{1{,}0.10^{-14}}{4.10^{-10}} = 2{,}5.10^{-5}$$



$$NH_4^+ + H_2O_{(s)} \rightleftarrows NH_{3(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$$

$$K_h = K_a = \frac{K_{su}}{K_b} = \frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]}$$

$$K_a = \frac{1{,}0.10^{-14}}{1{,}8.10^{-5}} = 5{,}06.10^{-9}$$

bulunur.

Elde edilen $K_b > K_a$ olduğu için çözelti bazik olur. Zayıf asit ve zayıf bazlardan oluşan tuzların hidrolizinde genel olarak;

$K_a > K_b$ ise, ortam asidik,

$K_a < K_b$ ise, ortam bazik,

$K_a = K_b$ ise ortam nötürdür.

ÖRNEK

25°C sıcaklıkta 0,05 M NH_4Cl çözeltisinin pH değeri nedir? (NH_3 için $K_b = 2.10^{-5}$, log 5 = 0,7)

A) 8,7 B) 7,7 C) 6,3 D) 5,3 E) 4,7

ÇÖZÜM

ÖRNEK

HA asidi için $K_a = 4.\ 10^{-4}$ tür.

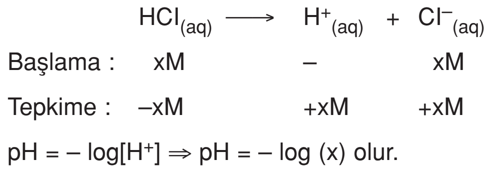
1M NaA çözeltisindeki OH^- derişimi kaç molardır? ($K_{su} = 1.10^{-14}$)

A) 5.10^{-6} B) 5.10^{-4} C) $2{,}5.10^{-7}$
D) $2{,}5.10^{-8}$ E) $2{,}5.10^{-11}$

ÇÖZÜM

5. KUVVETLİ ASİT VE BAZLARDA pH HESAPLARI

Kuvvetli asit ve kuvvetli bazların suda çözünmesi sırasında tamamen iyonlaştıklarından, pH değerleri direk olarak derişimlerden bulunur. Kuvvetli asit ve baz çözeltilerinde sudan kaynaklanan H^+ ve OH^- derişimleri ihmal edilir. Ayrışma denklemi tamamen sağa kaymış olarak kabul edilir.



	$HCl_{(aq)}$ $\longrightarrow$	$H^+_{(aq)}$ +	$Cl^-_{(aq)}$
Başlama :	xM	–	xM
Tepkime :	–xM	+xM	+xM

$pH = -\log[H^+] \Rightarrow pH = -\log(x)$ olur.

ÖRNEK

0,1M'lık KOH çözeltisi için;

I. $[H^+] = 1{,}0.10^{-13}$M dir.

II. pH / pOH değeri $\frac{1}{12}$ dir.

III. K^+ katyonu hidroliz olur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

ÇÖZÜM

6. ZAYIF ASİT VE BAZLARDA pH HESAPLARI

Zayıf bir asidin sudaki çözeltisi, H_3O^+ iyonu, asidin konjuge bazı ve asit moleküllerini içerir. H_3O^+ derişimini ve buna bağlı olarak çözeltinin pH'ını bulmak için denge sabiti (K_a) göz önüne alınmalıdır. Benzer şekilde zayıf bir baz çözeltisinin pH'ını hesaplamak için K_b değeri kullanılmalıdır.

Derişimleri eşit olan zayıf asitler sulu çözeltilerinde kuvvetli asitlere göre daha düşük derişimde H_3O^+ iyonları oluştururlar. Örneğin, 0,01M HCl çözeltisinin pH değeri 2 iken, buna karşılık 0,01 M CH_3COOH çözeltisinin pH değeri 3'tür.

Benzer şekilde zayıf bazın pH değeri de kuvvetli bazın pH değerinden düşüktür. 0,01 M NaOH çözeltisinin pH değeri 12 iken, 0,01 M NH_3 çözeltisinin pH değeri 11 dir.

ÖRNEK

2 litre suda 0,4 mol HA zayıf asidi çözündüğünde çözeltinin pH'ı kaç olur? ($K_a = 5 \cdot 10^{-6}$)

A) 2 B) 3 C) 4 D) 4,3 E) 5

ÇÖZÜM

ÖRNEK

CH_3COOH'ın iyonlaşma sabiti $K_a = 1{,}8 \cdot 10^{-5}$ tir. 5.10^{-3} M asit çözeltisinde $[H^+]$ kaç molardır?

A) $5{,}10^{-3}$ B) $5{,}10^{-4}$ C) $3{,}10^{-4}$
D) $5{,}10^{-5}$ E) $1{,}8.10^{-5}$

ÇÖZÜM

ÖRNEK

0,01M 1 litre HCOOH çözeltisi hazırlanıyor. **HCOOH'in iyonlaşma sabiti K_a = 1.10^{-4} olduğuna göre kaç gram HCOOH iyonlarına ayrılmıştır?** (HCOOH = 46)

A) 0,046 B) 0,46 C) 0,23
D) 2,3 E) 4,6

ÇÖZÜM

ÖRNEK

İki değerlik zayıf H_2A asit çözeltisinin derişimi 0,01 M ve pH = 3 tür.

Buna göre, asitin sabiti K_a nedir?

A) 5.10^{-10} B) 4.10^{-9} C) 5.10^{-8}
D) 1.10^{-7} E) 1.10^{-4}

ÇÖZÜM

ÖRNEK

100 ml saf suya 100 ml HCl çözeltisi karıştırdığında karışımın pH'ı 3 olmaktadır.

Buna göre, HCl çözeltisinin molar derişimi kaç mol/litre dir?

A) 2.10^{-1} B) 2.10^{-2} C) 2.10^{-3}
D) 1.10^{-4} E) 1.10^{-6}

ÇÖZÜM

ÖRNEK

Bir NaOH çözeltisine arı su eklenerek hacmi 2 katına çıkarıldığında pH değeri 13 oluyor.

NaOH'in başlangıç derişimi kaç molardır?

A) 10^{-13} B) 2.10^{-13} C) 0,1
D) 0,2 E) 0,4

ÇÖZÜM

1. Zayıf bir asitin iyonlaşma sabiti $K_a = 4.10^{-7}$ dir. **Bu asitin bir çözeltisinde pH = 4 olduğuna göre, asit çözeltisinin molar derişimi kaçtır?**

A) 4.10^{-3} B) 0,04 C) 0,025
D) 0,25 E) 2,5

ÇÖZÜM

2. HA ile gösterilen zayıf bir asitin iyonlaşma sabiti $K_a = 1,8.10^{-5}$'tir. **Bu asitin 0,5M'lık çözeltisinde iyonlaşma yüzdesi nedir?**

A) 0,3 B) 0,5 C) 0,6 D) 1,2 E) 1,8

ÇÖZÜM

3. **İki değerlikli zayıf asit (H_2A) çözeltisinin derişimi 0,01M, pH ise 3 olduğuna göre, iyonlaşma sabiti K_a kaçtır?**

A) 5.10^{-4} B) 10^{-6} C) 4.10^{-9}
D) 5.10^{-8} E) 4.10^{-10}

ÇÖZÜM

4. CH_3COOH zayıf asitinin iyonlaşma sabiti $K_a = 4.10^{-6}$ dır. 1,5 gram CH_3COOH çözülerek 10 litre çözelti hazırlanıyor.
Çözeltinin pH'ı kaç olur? (CH_3COOH = 60)

A) 2 B) 4 C) 5 D) 6 E) 12

ÇÖZÜM

5. **OH^- iyonu derişimi 9.10^{-3}M olan BOH zayıf baz çözeltisinin derişimi kaç mol/litredir?**
($K_b = 8{,}1.10^{-5}$)

A) 1 B) 2 C) 0,1 C) 0,2 E) 10^{-2}

ÇÖZÜM

6. 100 ml NH_3 çözeltisi hazırlanıyor. **H^+ iyonu derişimi 5.10^{-12}M olduğuna göre kaç gram NH_3 çözünmüştür?** ($NH_3 = 17$, $K_b = 2.10^{-5}$)

A) $3{,}2.10^{-3}$ B) 0,34 C) $1{,}7.10^{-3}$
D) 1,7 E) 8,5

ÇÖZÜM

7. **0,01M BOH zayıf baz çözeltisinin pH = 8 olduğuna göre K_b değeri nedir?**

A) $1{,}10^{-10}$ B) 1.10^{-9} C) 1.10^{-8}
D) 1.10^{-6} E) 1.10^{-5}

ÇÖZÜM

8. 0,6 gram HF çözülerek 3 litre HF çözeltisi hazırlanıyor. **Çözeltinin OH^- iyonları derişimi 5.10^{-11}M olduğuna göre asitin iyonlaşma sabiti (K_a) kaçtır?** (HF = 20)

A) 4.10^{-6} B) 2.10^{-6} C) 1.10^{-6}
D) 4.10^{-8} E) 2.10^{-8}

ÇÖZÜM

9. 16,8 g KOH suda çözünerek 30 litre çözelti hazırlanıyor. **25 °C'deki bu çözelti için;**

I. pOH = 2'dir.

II. $[H^+] = 10^{-12}$ dir.

III. Zn metaline etki ederek H_2 gazı açığa çıkarır.

yargılarından hangileri doğrudur?

(K = 39, O = 16, H = 1)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

10. Ca – Al metallerinin oluşturduğu bir alaşımın 30 gramı NaOH çözeltisi ile tepkimeye alınıyor. **NK'da 22,4 litre H_2 gazı oluştuğuna göre, metal karışımının kütlece yüzde kaçı Ca'dır?**

(Ca = 40, Al = 27)

A) 12 B) 18 C) 40 D) 60 E) 72

ÇÖZÜM

11. Bir miktar Zn üzerine 200 ml HCl çözeltisi dökülüyor.

$Zn_{(k)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow ZnCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$

denklemine göre oluşan tepkimede HCl çözeltisinin tamamı harcanıyor. **Açığa çıkan H_2 gazının NK'daki hacmi 2,24 litre olduğuna göre, kullanılan HCl çözeltisinin pH'ı kaçtır?**

A) 0 B) 1 C) 2 D) 13 E) 14

ÇÖZÜM

12. Bir miktar Al üzerine 400 ml NaOH çözeltisi ilave ediliyor.

$Al_{(k)} + 3NaOH_{(aq)} \longrightarrow Na_3AlO_{3(aq)} + 3/2H_{2(g)}$

denklemine göre oluşan tepkimede NaOH çözeltisinin tamamı harcandığında açığa çıkan H_2 gazının NK'daki hacmi 4,48 litredir. **Buna göre, kullanılan NaOH çözeltisinin pH'ı kaçtır?**

A) 0 B) 1 C) 12 D) 13 E) 14

ÇÖZÜM

13. Cu ve Zn'den oluşan bir alaşımın 25 gramı 0,2M HCl çözeltisi ile tepkimeye sokuluyor. Tam verimle gerçekleşen tepkimede 2 litre HCl çözeltisi harcanıyor. **Buna göre, alaşımın kütelce yüzde kaçı Cu elementidir?** (Cu = 64, Zn = 65)

A) 12 B) 13 C) 48 D) 52 E) 72

ÇÖZÜM

14. 40 gr Zn örneği üzerine yeterli miktarda HCl çözeltisinin dökülmesiyle oluşan tepkimede açığa çıkan H_2 gazının NKdaki hacmi 8,96 litredir. **Buna göre, Zn örneği kütlece yüzde kaç Zn içermektedir?** (Zn = 65)

A) 65 B) 48 C) 50 D) 35 E) 26

ÇÖZÜM

15. % 20 saflıkta 200 g Ca örneği yeterli miktarda HCl çözeltisi ile tepkimeye sokuluyor.

Buna göre,

I. Oluşan çözelti elektriği iletir.

II. Oluşan H_2 gazı NK'da 22,4 litredir.

III. 2M, 1 litre HCl çözeltisi harcanır.

Yargılarından hangileri doğrudur? (Ca = 40)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

1. **0,02M HA zayıf asit çözeltisinde %1 oranında iyonlaşma olduğuna göre,**
   a) H^+ iyonlarıderişimi kaç mol/litredir?
   b) Asitin iyonlaşma sabiti K_a kaçtır?

2. BOH ile gösterilen zayıf bir bazın 0,2M'lık çözeltisinin pH = 10'dur. **Buna göre,**
   a) Bazın iyonlaşma yüzdesi kaçtır?
   b) Bazın iyonlaşma sabiti K_a kaçtır?

3. 0,01M XOH zayıf baz çözeltisinde iyonlaşma yüzdesi % 0,1'dir. **Buna göre,**
   a) Çözeltinin pH'ı kaçtır?
   b) XOH bazının iyonlaşma sabiti K_b kaçtır?

4. 52 gram saf olmayan çinko örneğine aşırı miktarda NaOH çözeltisi ilave edildiğinde NK'da 4,48 litre H_2 gazı oluşuyor.
   Buna göre, çinko örneğinin saflık yüzdesi nedir?
   (Zn = 65)

5. CH_3COOH zayıf asittir.
   6 mg CH_3COOH ile 100 ml çözelti hazırlanıyor.
   Buna göre,
   a) Çözeltinin molar derişimi kaçtır?
   (CH_3COOH = 60)
   b) Çözeltinin pH'ı kaç olur?
   (CH_3COOH için $K_a = 10^{-5}$)

6. 0,1 mol HCN kullanılarak 400 ml çözelti hazırlanıyor. HCN zayıf asitin iyonlaşma sabiti 4.10^{-10} dur. **Buna göre,**
   a) HCN'nin iyonlaşma yüzdesi nedir?
   b) Çözeltinin pH'ı kaçtır?

7. $Al_{(k)} + 3HCl_{(aq)} \longrightarrow AlCl_{3(aq)} + 3/2H_{2(g)}$
   Tepkimesinde Al parçası üzerine pH = 1 olan HCl çözeltisinden ilave ediliyor.
   NK'da $67,2.10^{-2}$ litre H_2 gazı açığa çıktığına göre, kaç ml asit çözeltisi harcanmıştır?

8. 12 gram CH_3COOH ile 500 ml çözelti hazırlanıyor. **Buna göre,**
   a) H^+ iyonları derişimi kaç mol/litredir?
   (CH_3COOH = 60, $K_a = 10^{-5}$)
   b) Çözeltinin pOH değeri kaçtır?
   (log5 = 0,7)

9. **0,2M HA zayıf asit çözeltisinin pH = 3 olduğuna göre,**
   a) OH^- iyonları derişimi kaç mol/litre olur?
   b) Asitlik sabiti K_a kaçtır?

10. BOH ile gösterilen zayıf bir bazın iyonlaşma sabiti 1.10^{-8}'dir. **BOH çözülerek hazırlanan 2 litre çözeltinin pH = 9 olduğuna göre,**
   a) Kaç mol BOH çözünmüştür?
   b) BOH'ın iyonlaşma yüzdesi kaçtır?

11. Kütlece % 52 oranında Zn içeren Cu-Zn alaşımı, aşırı miktarda HCl ile tepkimeye sokuluyor. **Tepkimede oluşan H_2 gazı NK'da 4,48 litre olduğuna göre, alaşım kaç gramdır?** (Zn = 65, Cu = 64)

12. HA ile gösterilen zayıf bir asitin 0,6 gramı ile 200 ml çözelti hazırlanıyor. Çözeltinin pH = 3 olarak ölçülüyor. **Asitin iyonlaşma sabiti $K_a = 2.10^{-5}$ olduğuna göre,**
   a) Çözeltinin molar derişimi kaç mol/litredir?
   b) Asitin mol kütlesi kaçtır?

13. İyonlaşma sabiti 2.10^{-5} olan zayıf baz çözeltisinin derişimi 5.10^{-2}M'dir. **Buna göre,**
   a) OH^- iyonları derişimi kaç M'dir?
   b) Çözeltinin pH'ı kaçtır?

14. $Cu_{(k)} + 2H_2SO_{4(aq)} \rightarrow CuSO_{4(aq)} + SO_{2(g)} + H_2O_{(s)}$
   50 g bakır örneği üzerine yeterli miktarda H_2SO_4 çözeltisi ilave ediliyor. NK'da 5,6 litre SO_2 gazı oluşuyor. **Buna göre,**
   a) Asit çözeltisinin derişimi 0,4M olduğuna göre hacmi kaç ml'dir?
   b) Cu örneğinin saflık yüzdesi nedir? (Cu = 64)

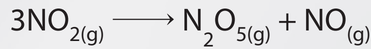
15. $CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$
   tepkimeye saf olmayan 400 g $CaCO_3$'den NK'da 67,2 litre CO_2 gazı elde edildiğine göre, $CaCO_3$ yüzde kaç saflıktadır? ($CaCO_3$ = 100)

16. $Al + 3HCl \longrightarrow AlCl_3 + 3/2H_2$
   $H_2 + 1/2O_2 \longrightarrow H_2O$
   tepkimelerine göre, 5,4 gram Al'den elde edilen H_2'nin yanmasından en çok kaç gram H_2O elde edilir? (Al = 27, H = 1, O = 16)

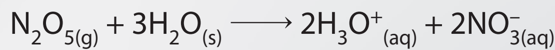
NÖTRALLEŞME REAKSİYONLARI

1. KUVVETLİ ASİT VE BAZLARIN NÖTRALLEŞMESİ
2. ZAYIF ASİT VE BAZLARIN NÖTRALLEŞMESİ
3. TAMPON ÇÖZELTİLER
4. pH NASIL ÖLÇÜLÜR?

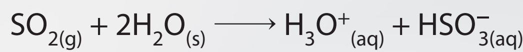
Asit yağmurlarının ciddi solunum rahatsızlıklarına, ormanların tahribatına, göllerin kirlenmesine, mermer ve kireç taşlarının erozyonuna neden olduğu tespit edilmiştir. Havadaki CO_2 gazının yağmur suyunda çözünmesiyle oluşan karbonik asit, hafif asidiktir. O halde asit yağmuru nasıl oluşur? Çeşitli kaynaklardan havaya karışan azot ve kükürt oksitler asit yağmurunu oluşturur. Bu oksitler yağmur suyu ile tepkimeye girerek karbonik asitten daha kuvvetli asitler oluşturur.



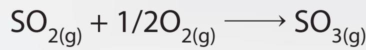
$$3NO_{2(g)} \longrightarrow N_2O_{5(g)} + NO_{(g)}$$



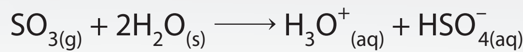
$$N_2O_{5(g)} + 3H_2O_{(s)} \longrightarrow 2H_3O^+_{(aq)} + 2NO^-_{3(aq)}$$



$$SO_{2(g)} + 2H_2O_{(s)} \longrightarrow H_3O^+_{(aq)} + HSO^-_{3(aq)}$$



$$SO_{2(g)} + 1/2O_{2(g)} \longrightarrow SO_{3(g)}$$



$$SO_{3(g)} + 2H_2O_{(s)} \longrightarrow H_3O^+_{(aq)} + HSO^-_{4(aq)}$$

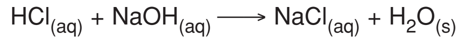
3. BÖLÜM

NÖTRALLEŞME REAKSİYONLARI

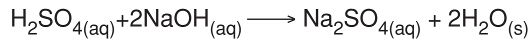
1. KUVVETLİ ASİT VE BAZLARIN NÖTRLEŞMESİ

Nötürleşme

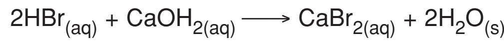
Asitlerle bazlar tepkimeye girerek, tuz ve su oluşturur.



$HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(s)}$

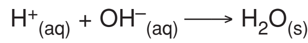


$H_2SO_{4(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + 2H_2O_{(s)}$



$2HBr_{(aq)} + CaOH_{2(aq)} \longrightarrow CaBr_{2(aq)} + 2H_2O_{(s)}$

Bir asit ile bir bazın tepkimeye girerek, asitlik ve bazlık özelliğinin yok edilmesine, **nötrleşme** denir. Nötrleşmede asitin H^+ iyonu ile bazın OH^- iyonu birleşerek su oluşturur. Asit ve bazın özellikleri yok olur. Geriye sadece elektriği ileten bir çözelti kalır.



$H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \longrightarrow H_2O_{(s)}$

a) Nötrleşme tepkimesinde;

$n_{H^+} = n_{OH^-}$ olduğunda ortam nötr olur.

$$n_A.z_A = n_B.z_B$$

n; mol sayısı olup, $\frac{m}{m_A}$ veya

M.V olarak hesaplanabilir.

z; etkime değerliği olup asitlerde H^+ veya COOH sayısıdır. Bazlarda OH^- sayısı veya NH_2 sayısıdır.

Eşdeğerlik noktası, hem asit hemde bazın tükendiği, yani hiç birinin aşırısının kalmadığı andır. Kuvvetli asit ile kuvvetli bazın tükendiği, yani hiç birinin aşırısının kalmadığı andır. Kuvvetli asit ile kuvvetli baz tepkimelerinde eşdeğerlik noktasında pH = 7 olur.

b) Nötrleşme tepkimesinde;

$n_{H^+} > n_{OH^-}$ olduğunda ortam asidik olur. Çünkü bir miktar H^+ iyonu artar. Ortamın pH'ını hesaplamak için H^+ iyonları derişimini hesaplamak gerekir.

$$[H^+] = \frac{n_{H^+} - n_{OH^-}}{V_T}$$

c) Nötrleşme tepkimesinde;

$n_{H^+} < n_{OH^-}$ olduğunda ortam bazik olur. Çünkü bir miktar OH^- iyonu artar. Ortamın pH'ını hesaplamak için OH^- iyonları derişimini hesaplamak gerekir.

$$[OH^-] = \frac{n_{OH^-} - n_{H^+}}{V_T}$$

ÖRNEK

0,8M, 500 ml H_2SO_4 çözeltisini tamamen nötrleştirmek için 400 g NaOH çözeltisi yeterli olmaktadır.

NaOH çözeltisinin kütlece yüzde kaçı NaOH'tir?

(Na = 23, O = 16, H = 1)

A) 4 B) 8 C) 10 D) 16 E) 32

ÇÖZÜM

ÖRNEK

0,2M, 200 ml NaOH çözeltisine 0,7M, 100 ml HCl çözetisi karıştırılıyor. **Karışımın pOH'ı kaç olur?**

A) 1 B) 2 C) 3 D) 12 E) 13

ÇÖZÜM

ÖRNEK

0,2M, 2 litre NaOH çözeltisi ile 0,18M, 2 litre HCl çözeltisi karıştırılıyor. **Elde edilen çözeltinin pH'ı kaç olur?**

A) 1 B) 2 C) 3 D) 12 E) 13

ÇÖZÜM

ESEN YAYINLARI

ÖRNEK

2 litre 0,5 M H_2SO_4 çözeltisi ile 2 litre 0,8 M NaOH çözeltisi karıştırılıyor. **Son çözeltini pOH değeri kaç olur?**

A) 0,1 B) 0,01 C) 2.10^{-12}

D) $1,0 . 10^{-12}$ E) $1,0.10^{-13}$

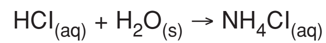
ÇÖZÜM

2. ZAYIF ASİT VE BAZLARIN NÖTRLEŞMESİ

a) Kuvvetli Asit – Zayıf baz Nötrleşmesi

Kuvvetli bir asit ile zayıf bir baz tepkimeye sokulduğunda nötrleşme tepkimesi verir. Fakat oluşan tuz asidik özellik gösterir. Tuzun katyonu hidroliz olur ve ortama H_3O^+ iyonları vererek ortamı asidik yapar.

Eşdeğerlik noktasında pH'ı 7'den küçük olur.



$HCl_{(aq)} + H_2O_{(s)} \rightarrow NH_4Cl_{(aq)}$

Kuvvetli asit — zayıf baz — Asidik tuz

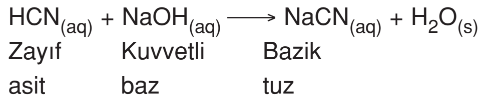


$NH_{4(aq)}^{+} + H_2O_{(s)} \leftrightarrows NH_{3(aq)} + H_3O^{+}{}_{(aq)}$

b) Zayıf Asit – Kuvvetli Baz Nötrleşmesi

Zayıf bir asit ile kuvvetli bir baz tepkimeye sokulduğunda nötrleşme tepkimesi verir. Fakat oluşan tuz bazik özellik gösterir. Tuzun anyonu K_a ve K_b değerlerine bağlı olarak değişir.

Eşdeğerlik noktasında pH'ı 7'den büyük olur.

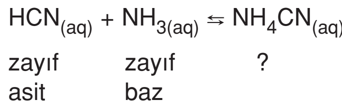


$$HCN_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow NaCN_{(aq)} + H_2O_{(s)}$$

Zayıf asit	Kuvvetli baz	Bazik tuz

c) Zayıf Asit – Zayıf Baz Nötrleşmesi

Zayıf bir asit ile zayıf bir baz tepkimeye sokulduğunda nötrleşme tepkimesi verir. Fakat oluşan tuzun özelliği asidik, bazik veya nötr olabilir. Tuzun özelliği K_a ve K_b değerlerine bağlı olarak değişir.



$$HCN_{(aq)} + NH_{3(aq)} \leftrightarrows NH_4CN_{(aq)}$$

zayıf asit	zayıf baz	?

ÖRNEK

X : Kuvveti asit – kuvvetli baz,

Y : Zayıf asit – Kuvvetli baz,

Z : Kuvvetli asit – zayıf baz

tepkimeleri sonucunda oluşan tuzlardır. **X, Y ve Z'nin eşit derişimli sulu çözeltileri için;**

I. Elektrik akımını iletir.

II. X ve Z asidik, Y ise baziktir.

III. Z'nin pH'ı 7'den küçüktür.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

ÇÖZÜM

Z, kuvvetli asit – zayıf baz tepkimesi sonucunda oluşan bir tuz olduğu için asidiktir. Çözeltisinin pH'ı 7'den küçüktür ve elektrik akımını iletir.

Cevap D

3. TAMPON ÇÖZELTİLER

Seyreltme ve az miktarda asit ya da baz eklemekle, pH'ı pratikçe değişmeyen çözeltilere **tampon çözeltiler** denir.

Zayıf asit ya da baz çözeltilerine bunların suda çözünen tuzları eklenirse ortak iyon etkisinden dolayı asitlerde H^+ iyonları derişimi, bazlarda OH^- iyonları derişimi düşer. Bunun nedeni ortak iyon etkisidir.

CH_3COOH çözeltisine CH_3COONa çözeltisi ilave edilirse,



$$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftarrows CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$$

denkleminden anlaşılacağı gibi CH_3COO^- iyonları derişimi artırılmış olur. Denge sola kayar. Sola giden tepkimeden dolayı H^+ iyonları derişimi azalır.

NH_4OH çözeltisine $NH_4Cl_{(k)}$ ilave edilirse;



$$NH_4OH_{(aq)} \rightleftarrows NH^+_{4(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

denkleminden anlaşılacağı gibi, NH^+_4 iyonları derişimi artırılmış olur. Denge sola kayar. Sola giden tepkimeden dolayı OH^- iyonları derişimi azalır.

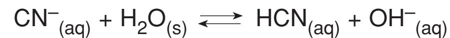
Zayıf bir asit ve tuzunu ya da zayıf bir baz ve tuzunu içeren çözeltilere tampon çözeltiler denir.

Bu tür çözeltilere az miktarda olmak koşuluyla, su, asit ya da baz eklenirse çözelti pH'ın değişmemesi için direnç gösterir.

HCN/NaCN içeren bir çözelti, tampon çözeltidir. Bu çözeltide;



$$HCN_{(aq)} \rightleftarrows H^+_{(aq)} + CN^-_{(aq)}$$



$$CN^-_{(aq)} + H_2O_{(s)} \rightleftarrows HCN_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

dengeleri vardır. Ortama asit ilave edilirse CN^- iyonları bunu azaltmaya; baz eklenirse HCN, azaltmaya veya yok etmeye yönelir.

Bir zayıf asit ve bu asitin tuzunun oluşturduğu tampon çözeltide;

$$[H^+] = K_a \cdot \frac{[Asit]}{[Tuz]}$$ olur.

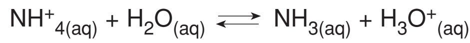
Zayıf bir baz ve bu bazın tuzundan oluşan bir tampon çözeltide;

$$[OH^-] = K_b \cdot \frac{[BAZ]}{[Tuz]}$$ olur.

Bu çözeltiye NH_3/NH_4Cl karışımının çözeltisi örnek verilebilir.



$$NH_{3(aq)} \rightleftarrows NH^+_{4(aq)} + OH^-_{(aq)}$$



$$NH^+_{4(aq)} + H_2O_{(aq)} \rightleftarrows NH_{3(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

Ortama baz ilave edilirse NH_4^+ iyonları azalmaya; asit ilave edilirse NH_3 ilave edilen asiti yok etmeye yönelir. Bu nedenle çözeltinin pH'ı sabit tutulmaya çalışılır.

ÖRNEK

Suda 0,1 mol HCN ve 0,2 mol NaCN çözülerek 1 litre çözelti hazırlanıyor.

Çözeltinin pH'ı kaç olur?

(HCN için $K_a = 4.10^{-10}$, log2 = 0,3)

A) 5,3 B) 6,3 C) 9 D) 9,7 E) 10,3

ÇÖZÜM

4. pH NASIL ÖLÇÜLÜR?

Çözeltilerin pH değeri başlıca üç yöntemle ölçülebilir. Bunlar indikatörler, pH kağıtları ve pH metrelerdir.

a) İndikatör Yöntemi

İndikatör yöntemi basit ve ucuz bir yöntemdir. Çok hassas ölçümlere gerek olmadığı zaman kullanılır. **İndikatörler,** pH değiştikçe çözeltide renk değiştiren zayıf bir asit veya zayıf baz özelliği gösteren organik yapılı bileşiklerdir. Bunların asidik ve bazik şekillerinin renkleri farklıdır. İyi bir indikatörün renk değiştirmesi ani ve dar aralıkta olmalıdır.

İndikatör	pH aralığı	Asit rengi	Baz rengi
Metil oranj	3,1 – 4,4	Kırmızı	Sarı
Bromokrezol yeşili	3,8 – 5,4	Sarı	Mavi
Metil kırmızısı	4,2 – 6,3	Kırmızı	Sarı
Bromtimol mavisi	6,0 – 7,6	Sarı	Mavi
Fenol kırmızı	6,8 – 8,4	Sarı	Kırmızı
fenolftalein	8,3 – 10	Renksiz	Kırmızı

Asidik ve bazik şekillerin derişimi pH değerine bağlı olduğundan, belirli pH değerlerinde bu renklerden birisi hakim olur. pH değeri değiştikçe renkte değişir. pH aralığı indikatörün asit renginden baz rengine değiştiği aralık olarak tanımlanır.

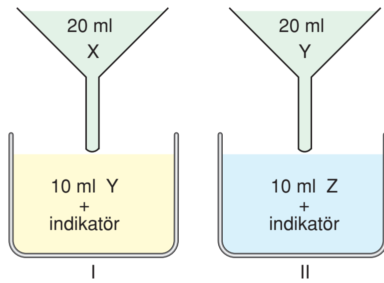
b) pH Kağıdı Yöntemi

pH kağıtları indikatörlere göre hassas netice verirler. pH kağıtları çözeltiye daldırılınca renk değiştiren kağıtlardır. Meydana gelen bu rengin kutu üzerindeki renk ile karşılaştırması sonucu çözeltinin pH değeri bulunur. Bu kağıtlar her pH değerlerinde farklı renk alırlar. pH aralığı 0 – 7, 7 – 14 ve 0 – 14 olmak üzere üç türü vardır.

c) pH Metre Yöntemi

pH ölçümleri daha doğru ve hassas olarak pH metreler ile yapılır. pH metrelerde cam elektrotlar kullanılır. Bunların özelliği, H^+ iyonlarını geçirmeleridir. Cam geçirgen zarın iki yüzü arasında pH değerine bağlı bir potansiyel farkı oluşur. Bu potansiyel farkının bir referans elektroda karşı ölçülmesi ile çözeltinin pH değeri bulunur. pH metrenin ölçümden öncesi pH değeri kesin olarak bilinen tampon çözeltilerle kalibre edilmesi gereklidir. Cam elektrot, membran (geçirgen zar) özelliğinin bozulmaması için kesinlikle damıtılmış su içinde saklanmalıdır.

ÖRNEK



Bir indikatör (ayıraç), sulu çözeltide, H^+ derişimi OH^- derişiminden büyük olduğunda sarı, küçük olduğunda mavi renk vermektedir. Kuvvetli asit ya da kuvvetli baz olan, eşit derişimli X, Y, Z çözeltileri şekildeki gibi karıştırıldığında;

I. durumda renk sarıdan maviye,
II. durumda renk maviden sarıya dönüşmektedir.

Bu bilgilere göre X, Y, Z çözeltilerinden hangileri asit, hangileri bazdır?

A) Y asit, X ve Z baz
B) Z asit, X ve Y baz
C) X asit, Y ve Z baz
D) Y ve Z asit, X baz
E) X ve Z asit, Y baz

(1986-ÖSS)

ÇÖZÜM

ÖRNEK

Bromtimol mavisi bir boyar maddedir ve asidik ortamda sarı, bazik ortamda mavi, nötr ortamda ise yeşil renk verir.
Bir kaptaki bromtimol mavisi damlatılmış 10 ml 0,1 M HCl çözeltisine 0,2 M NaOH çözeltisi azar azar ekleniyor.

Bu işlemde kaptaki çözeltinin rengi ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

A) NaOH eklenmeden önce sarı
B) 1 ml NaOH eklendiğinde sarı
C) 5 ml NaOH eklendiğinde yeşil
D) 10 ml NaOH eklendiğinde yeşil
E) 20 ml NaOH eklendiğinde mavi

(2001-ÖSS)

ÇÖZÜM

1. **Kütlece % 15'lik 400 g NaOH çözeltisini nötrleştirmek için 0,2M kaç litre H_2SO_4 çözeltisi gerekir?** (Na = 23, O = 16, H = 1)

A) 7,5 B) 3,75 C) 1,75 D) 1,5 E) 0,75

ÇÖZÜM

2. İki değerlikli bir kuvvetli bazın 51,3 gramı H_3PO_4'ün 19,6 gramı ile tam olarak tepkimeye giriyor.
Bazı oluşturan metalin atom kütlesi kaçtır?
(H_3PO_4: 98)

A) 137 B) 120 C) 88 D) 56 E) 52

ÇÖZÜM

3. 0,08M, 100 ml H_2SO_4 çözeltisini tam nötrleştirmek için 100 ml KOH çözeltisi kullanılmıştır.
KOH çözeltisinin molar derişimi kaç M'dır?

A) 0,08 B) 0,04 C) 0,16 D) 0,32 E) 1,2

ÇÖZÜM

4. 0,3M, 600 ml $Ca(OH)_2$ çözeltisini tam nötrleşmek için 300 ml H_3PO_4 çözeltisi kullanılıyor.
H_3PO_4 sulu çözeltisinin molar derişimi kaç mol/litredir?

A) 0,2 B) 0,3 C) 0,4 D) 0,12 E) 0,18

ÇÖZÜM

5. **100 ml, 0,2M HCl sulu çözeltisi ile 100 ml, 0,4M NaOH sulu çözeltisi karıştırıldığında, karışımın pH'ı kaç olur?**

A) 1 B)7 C) 10 D) 12 E) 13

ÇÖZÜM

6. 0,4M, 200 ml HCl çözeltisine 0,1M, 300 ml KOH çözeltisi karıştırılıyor. **Karışım çözeltinin OH^- iyonları derişimi kaç molar olur?**

A) 10^{-13} B) 10^{-12} C) 10^{-3} D) 10^{-2} E) 0,1

ÇÖZÜM

7. 0,14M, 1 litre NaOH çözeltisine 3 litre HCl çözeltisi karıştırılınca pH'ı 2 olmaktadır.
HCl çözeltisinin derişimi kaç mol/litredir?

A) 1.10^{-2} B) 2.10^{-2} C) 3.10^{-2}
D) 4.10^{-2} E) 6.10^{-2}

ÇÖZÜM

8. 100 ml 0,2M CH_3COOH çözeltisi ile 100 ml 0,4M CH_3COONa çözeltisi karıştırılıyor. **Çözeltinin pH'ı kaç olur?** (CH_3COOH için $K_a = 2.10^{-5}$)

A) 9 B) 8 C) 6 D) 5 E) 4,7

ÇÖZÜM

9. 50 ml 0,2M $Ca(OH)_2$ çözeltisini tam nötrleştirmek için pH'ı 2 olan HCl çözeltisinden kaç litre gerekir?

A) 0,2 B) 0,4 C) 0,5 D) 1 E) 2

ÇÖZÜM

10. 100 ml 0,1M H_2SO_4 çözeltisi ile 0,5M kaç ml NaOH çözeltisi karıştırılırsa karışımın pH = 7 olur?

A) 20 B) 40 C) 50 D) 100 E) 200

ÇÖZÜM

11. 0,04M NaCN çözeltisinin pOH'ı kaç olur?
(HCN için $K_a = 4.10^{-8}$)

A) 2 B) 4 C) 5 D) 11 E) 12

ÇÖZÜM

12. X: Kuvvetli asit
Y: Nötr tuz
Z: Zayıf baz

Verilen maddelerin eşit derişimli sulu çözeltileri için;

I. pH'ları X > Z > Y'dir.
II. Kırmızı turnusolu maviye çeviren yalnız Z'dir.
III. Üçüde elektrik akımını iletir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

1. 50 ml, 0,2M NaOH çözeltisi ile 50 ml, 0,18M HCl çözeltisi karıştırılıyor. **Buna göre,**
   a) H^+ iyonları derişimi kaç mol/litredir?
   b) OH^- iyonları derişimi kaç mol/litredir?
   c) Çözeltinin pH kaç olur?
   d) Çözeltinin pOH'ı kaç olur?

2. 0,5M, 100 ml HCl çözeltisi ile 0,48M 100 ml NaOH çözeltisi karıştırılıyor. **Buna göre,**
   a) OH^- iyonları derişimi kaç mol/litre olur?
   b) Çözeltinin pH'ı kaç olur?

3. 0,2M 100 ml HCN çözeltisine 0,04M 100 ml NaCN çözeltisi ilave ediliyor. **Buna göre,**
   a) H^+ iyonları derişimi kaç mol/litre olur? (HCN için $K_a = 4.10^{-10}$)
   b) Çözeltinin pH ve pOH'ı kaç olur? (log2 = 0,3)

4. H_2SO_4 çözeltisinin derişimi kütlece % 49, özkütlesi ise 1,2 g/ml'dir.
   Bu çözeltinin 100 ml'sini tam nötrleştirmek için kaç gram KOH gerekir?
   (K = 39, O = 16, H = 1, S = 32)

5. 0,5M, 2 litre HCl çözeltisine 400 g $Ca(OH)_2$ çözeltisi ilave ediliyor. **Çözeltinin pH'ı 7 olduğuna göre,**
   a) $Ca(OH)_2$ çözeltisinin derişimi kütlece yüzde kaçtır? (Ca = 40, O = 16, H = 1)
   b) HCl çözeltisinin pH'ı kaçtır? (log5 = 0,7)

6. **0,2M HA ve 0,04M NaA çözeltilerinin eşit hacimleri karıştırıldığında pH kaç olur?**
   (HA için $K_a = 4.10^{-10}$, log2 = 0,3)

7. **0,2M CH_3COOH ve 0,36M CH_3COONa çözeltilerinin eşit hacimleri karıştırıldığında karışımın,**
   (CH_3COOH için $K_a = 1,8.10^{-5}$)
   a) H^+ iyonları derişimi kaç mol/litredir?
   b) OH^- iyonları derişimi kaç mol/litredir?
   c) Çözeltilerinin pH'ı kaçtır?

8. İki değerlikli bir bazın 7,4 gramı 1M 200 ml HBr ile tam nötrleşiyor. **Buna göre,**
   a) Metalin atom kütlesi kaç gramdır? (O = 16, H = 1)
   b) Oluşan tuzun mol kütlesi nedir? (Br = 80)

9. 20 cm^3 0,1M HCl çözeltisini tam nötrleştirmek için 25 cm^3 NaOH çözeltisi harcanıyor.
NaOH derişimi kaç mol/litredir?

10. 0,1M, 100 ml NaOH çözeltisi ile 0,098M, 100 ml HCl çözeltisi karıştırılıyor. **Buna göre,**
a) OH^- iyonları derişimi kaç mol/litre olur?
b) Çözeltinin pH'ı kaç olur?

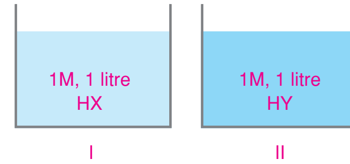
11. CH_3COOH iyonlaşma sabiti $K_a = 2.10^{-5}$M'dir.
0,2M $NaCH_3COO$ tuz çözeltisinin pH'ı kaç olur?

12. NH_3 için iyonlaşma sabiti $K_b = 5.10^{-8}$ dir. **0,2M NH_4Cl çözeltisinin pH'ı kaç olur?** (log2 = 0,3)

13. 100 ml 0,1M HCl çözeltisi ile 200 ml kaç molar NaOH çözeltisi karıştırılırsa, karışımın pH = 12 olur?

14. 100 ml, 0,2M HCl çözeltisi ile kaç ml 0,4M NaOH çözeltisi karıştırılırsa karışımın pH'ı 1 olur?

15.



Yukarıdaki kaplarda aynı sıcaklıkta $[X^+] < [Y^+]$ dir.
Buna göre,
I. pH
II. İyonlaşma yüzdesi
III. Elektrik iletkenliği
özelliklerinden hangileri I. kapta daha küçüktür?

16. 100 ml 0,1M CH_3COOH çözeltisi için;
(CH_3COOH için $K_a = 1.10^{-5}$)
a) Kaç mol H^+ iyonu içerir?
b) 0,1M kaç ml NH_3 çözeltisi ile nötrleşir?
(NH_3 için $K_b = 1.10^{-5}$)
c) İyonlaşma yüzdesi nedir?

ETKİNLİK – 9

DOĞRU VE YANLIŞLARI BELİRLEYELİM

Aşağıda verilen cümleler doğru ise yandaki kutucukları ✓, yanlış ise ✗ ile işaretleyiniz.

☐ **1.** Arhenius'a göre suda çözününce ortama OH^- iyonu veren bileşiklere baz denir.

☐ **2.** Lewis'e göre asit, elektron çifti alabilen madde, baz ise elektron çifti verebilen maddelerdir.

☐ **3.** Metal oksitleri genel olarak asidik özellik gösterirler. Yani bir metal oksit suda çözündüğünde metal hidroksit oluşurken suda H^+ iyonlarını oluşturur.

☐ **4.** HCO_3^- iyonu CO_3^{-2} iyonunun konjuge bazıdır.

☐ **5.** Asit ve bazların sulu çözeltileri elektrolittir.

☐ **6.** Asitler, aktif metallere etki ederek tuz ve O_2 gazı oluştururlar.

☐ **7.** pH değeri 7'den küçük olan bütün çözeltiler, asit çözeltileridir.

☐ **8.** pH ve pOH değerleri çarpımı oda koşullarında daima 1.10^{-14} tür.

☐ **9.** Bir ametalin oksiasitlerinde oksijen sayısı arttıkça H^+ iyonlarını vermesi kolaylaşır, dolayısıyla asitlik kuvveti de artar.

☐ **10.** Bir grupta yukarıdan aşağıya doğru, elementlerin oluşturduğu oksitlerinin bazik özelliği artar.

☐ **11.** Kuvvetli bir asit yada baz çözeltisinin hacmi su eklenerek iki katına çıkarılırsa asit çözeltisinde H^+ derişimi baz çözeltisinde OH^- derişimi yarıya düşer.

☐ **12.** Kuvvetli bir asitin yada bazın, kuvvetli bir baz yada asit çözeltisi ile yavaş yavaş nötrleşmesi işlemine titrasyon denir.

☐ **13.** Kuvvetli asit ve bazlar karıştırıldığında maddelerden en az biri bitene kadar tepkime gerçekleşir. Gerçekleşen bu tepkimeye nötrleşme tepkimesi denir.

☐ **14.** Nötrleşme tepkimelerinde daima su oluşur.

☐ **15.** Nötr çözeltilerin pH değeri sıfırdır.

☐ **16.** Bütün anyon ve katyonlarda suda hidroliz olur.

ETKİNLİK – 10

ÇÖZÜNME VE İYONLAŞMA

Aşağıda verilen asit ve bazlar suda çözünüyor. Verilen asit ve bazların suda iyonlaşma denklemlerini yazınız.

Sıra No	Formülü	İyonlaşma Sabiti	İyonlaşma Denklemi
1.	HCl	—	
2.	HF	$6{,}7.10^{-4}$	
3.	H_2SO_4	—	
4.	HSO_4^-	$1{,}3.10^{-2}$	
5.	NH_3	$1{,}8.10^{-5}$	
6.	$HClO$	$3{,}2.10^{-8}$	
7.	$HClO_4$	—	
8.	HNO_3	—	
9.	HNO_2	$4{,}5.10^{-4}$	
10.	CH_3COOH	$1{,}8.10^{-5}$	
11.	$NaOH$	—	
12.	$Ca(OH)_2$	$1{,}3.10^{-6}$	
13.	$Fe(OH)_2$	$1{,}8.10^{-15}$	
14.	H_3PO_4	$7{,}5.10^{-3}$	
15.	$H_2PO_4^-$	$6{,}2.10^{-8}$	
16.	$C_6H_5-NH_2$ (benzen halkası–NH_2)	$4{,}6.10^{-10}$	
17.	$HCOOH$	$1{,}8.10^{-4}$	
18.	KOH	—	
19.	HI	—	
20.	H_2S	$1{,}1.10^{-11}$	
21.	HIO_4	—	
22.	$LiOH$	—	
23.	HCN	$1{,}2.10^{-4}$	
24.	$CH_3\text{-}NH_2$	5.10^{-4}	
25.	$HClO_2$	111.10^{-2}	

DENİZDE VURGUN YEMEK

Deniz seviyesinde hava basıncı 1 atmosferdir. İnsan vücudunun solunum ve dolaşım sistemi bu basınca ayarlıdır. Ancak suyun içinde, derine gittikçe, her 10 metrede basınç 1 atmosfer daha artar. 30 metre derinlikte su basıncı 4 atmosferdir, yani bu derinlikte vücudumuzun her santimetrekaresine suyun yaptığı basınç, yüzeye oranla dört mislidir.

Hiç bir gereç kullanmadan, 30 metre derinliğe inildiğinde, akciğer kapasitesi dörtte birine düşer, kan basıncı artar, vücut ısısı düştüğünden kalbin atış hızı artar, bilinç bulanıklığı başlar. Bu nedenle yardımcı gereç kullanmadan 30 metrenin altına inmek tehlikelidir. Ancak tüple dalmanın da kendine göre sorunları vardır. Derinde dış basıncın yüksek olmasından dolayı tüpden solunan havanın içindeki oksijen ve azot gibi gazlar dokulara daha küçülmüş bir hacimle dağılırlar. Eğer su yüzeyine süratle çıkılırsa, basıncın azalmasıyla bu gazlar süratle genleşir. Oksijen dokularda kullanıldığından sorun yaratmaz, ama özellikle azot gazı damarlarda süratle genleşerek, damar tıkanıklığı, akciğer yırtılması ve hatta felç gibi önemli vücut hasarlarına yol açar.

Bu şekilde vurgun yiyenler, süratle basınç odalarına alınırlar. Burada tekrar vurgun yediği derinlikteki basınç verilir ve dengeli olarak azaltılır. Bir başka önlemde vurgun yiyeni, aynı derinliğe tekrar indirmektir. Vurgun yememek için yüzeye yavaş çıkmalı hatta belirli derinliklerde beklenmelidir. İdeal çıkış hızı dakikada 10 metre olmalıdır.

Vurgun ya da **dekompresyon hastalığı,** yetersiz dekompresyon sonucu vücut dokularında çözünmüş bulunan gazların, serbest gaz kabarcıkları haline geçerek oluşturduğu **hastalıklar** haline verilen genel isimdir. Aşırı derecede yorgunluk ve bitkinlik, derinin kaşınması, kol ve bacaklarda eklem ya da kas ağrısı, baş dönmesi, lokal uyuşmalar, seyirme ve hissizlik, sık nefes alma, kızarmış cilt, bir kolu ya da bacağı ovuşturma, sendeleme, öksürük nöbetleri, bilinç kaybı, bayılma dekompresyon hastalığının belirtileridir. Bunların tümü birden çıkabildiği gibi bölüm bölüm de çıkabilir.



ÇÖZÜNME – ÇÖKELME DENGELERİ

A. ÇÖZÜNÜRLÜK

B. ÇÖZÜNÜRLÜĞE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Nitrik asit ve sülfürik asit, kuvvetli asitlerdir. Kuvvetli asitler toprağın kalsiyum iyonlarını sürükleyerek yapısını bozar. Toprakta kil tanecikleri ve kalsiyum katyonları bulunur. Ca^{+2} katyonları H^{+} iyonları ile yerdeğiştirir ve $CaSO_4$ oluşur. $CaSO_4$ suda az çözünür bir katıdır. Toprak içinde sabitleşir. Bitkiler tarafından alınamayan bu katı tanecikler bitkilere zarar verir. Topraktaki Ca^{+2} iyonları yerine konulmadığı için bitkiler ve orman bundan zarar görür.

Kükürt bileşikleri ekzoz dumanıyla ve kömürle çalışan enerji santrallerinden atmosfere karışır. Hava kirliliğinin ormanlar üzerinde büyük etkisi vardır. Ancak bunu araştırmak zordur. Ormanlar boş arazileri kapsamaktadır. Bölgesel hava kirleticilerin etkisinin belirlenmesi yıllarca süren araştırmalar gerektirir. Bununla birlikte, asidik oksit emisyonunun kontrol edilmesi, kontrol edilmesinin geliştirilmesi ve asit yağmurunun oluşumunu engellenmesi tüm insanların ortak mirası olan ormanlarımızın az da olsa korunmasında katkı sağlanmış olur.

4. BÖLÜM

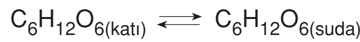
ÇÖZÜNME – ÇÖKELME DENGELERİ

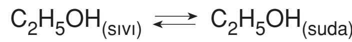
A. ÇÖZÜNÜRLÜK

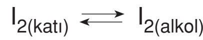
1. Çözünme

Daha önceden de söylendiği gibi bir maddenin taneciklerinin başka bir maddenin taneciklerini arasında homojen dağılmasına **çözünme** denir.

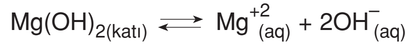
$C_{12}H_{22}O_{11}$, CH_3OH, C_2H_5OH, $C_6H_{12}O_6$ gibi maddeler çözünürken moleküller halinde dağılırlar. Çözünme molekül düzeyinde gerçekleşir.

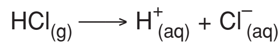

$$C_6H_{12}O_{6(katı)} \rightleftharpoons C_6H_{12}O_{6(suda)}$$

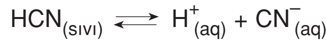

$$C_2H_5OH_{(sıvı)} \rightleftharpoons C_2H_5OH_{(suda)}$$


$$I_{2(katı)} \rightleftharpoons I_{2(alkol)}$$

NaCl, $Mg(NO_3)_2$, HCl, $CaCl_2$, NaOH gibi maddeler çözünürken iyonlar halinde dağılırlar.


$$Mg(OH)_{2(katı)} \rightleftharpoons Mg^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$$


$$HCl_{(g)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$


$$HCN_{(sıvı)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + CN^-_{(aq)}$$

a) Sıvı–Katı Çözeltiler

Herhangi bir katı, sıvı fazda çözünürken, katı fazı oluşturan iyonlar ya da moleküller, birbirinden ayrılarak serbest hareket edecekleri sıvıya geçerler. Maddenin saf katı hâli çözünmüş hâlinden daha düzenlidir. Bir katı madde sıvıda çözününce düzensizlik artar. Maksimum düzensizlik faktörü çözünme lehinedir.

Katıların bir sıvı içerisinde çözünmesi, genellikle endotermiktir. Bundan dolayı minimum enerjili olma eğilimi katı maddeden yanadır. Minimum enerjili olma eğilimi çökelmenin lehinedir. Minimum enerjili olma eğilimi ile maksimum düzensizlik faktörü uzlaşması sağlanınca sistem dengeye ulaşır.

Katı madde ile iyonlar arasında denge kurulmuştur. Çözünme ve çökelme olayları devam eder. Ancak, çözünme hızı çökelme hızına eşittir.


$$AgCl_{(k)} \rightleftharpoons Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

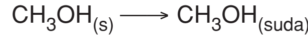

$$CuSO_{4(k)} \rightleftharpoons Cu^{+2}_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$$


$$Ag_2CrO_{4(k)} \rightleftharpoons 2Ag^+_{(aq)} + CrO^{-2}_{4(aq)}$$


$$Mg(OH)_{2(k)} \rightleftharpoons Mg^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$$

b) Sıvı–Sıvı Çözeltiler

★ Birbirine her oranda karışabilen sıvılarda maksimum düzensizlik faktörü ve minimum enerjili olma eğilimi çözünmenin lehinedir. Bu durumda bir denge sözkonusu değildir.

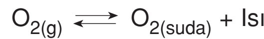

$$CH_3OH_{(s)} \longrightarrow CH_3OH_{(suda)}$$

★ Sıvılarda maksimum düzensizlik eğilimi daima çözünmeden yanadır. Birbirine kısmen karışan sıvılarda minimum enerjili olma eğilimi saf sıvı lehinedir. Bu durumda bir dengeden bahsedilebilir.

c) Sıvı–Gaz Çözeltiler

Gazların sıvılarda çözünmesi ekzotermiktir. Minimum enerjili olma eğilimi çözünmenin lehinedir.

Maddenin gaz hâlinde moleküller daima hareket halindedir. Enerjisi yüksektir. Bundan dolayı maksimum düzensizlik faktörü saf gazın lehinedir.

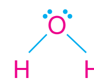

$$O_{2(g)} \rightleftharpoons O_{2(suda)} + Isı$$

Gazların çözünürlüğü sıcaklık ve basınç ile değiştirilebilir. Sıcaklık arttırıldığında gazın sıvı içindeki çözünürlüğü azalır. Basınç artırıldığında gazın sıvı içindeki çözünürlüğü artar.

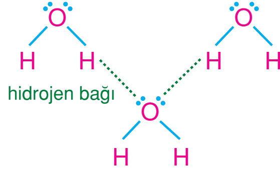
2. Sulu Çözeltiler

Katı, sıvı ve gaz hâlindeki maddelerin sıvı maddeler içinde çözünmesiyle sıvı hâldeki çözeltiler elde edilebilir. Çözücüsü su olan çözeltilere, **sulu çözeltiler** denir.

Su molekülleri polardır. Su molekülünde yer alan oksijen atomunun son yörüngesinde bağ yapmamış elektron çifti bulunmaktadır. Bu elektron çiftleri molekülün geometrik şeklinin açısal olmasını ve dolayısıyla polar olmasını sağlamaktadır.



Su moleküllerinde yer alan O atomunun elektronegatifliği yüksektir. H ile bağı bulunan oksijen atomu su molekülleri arasında hidrojen bağının oluşmasına neden olur.



İyonik bileşikler, molekülleri polar olan moleküler bileşikler genellikle suda çok çözünürler. Hidrojen bağını oluşturan moleküler bileşikler, hidrojen bağı oluşturmayan moleküler bileşiklere göre suda daha çok çözünür.

a) Elektrolit Olmayan Çözeltiler

Moleküler bileşiklerin bir kısmı suda çözününce molekül olarak dağılırlar. Bu çözeltiler pozitif ve negatif iyon bulundurmadıklarından elektrik akımını iletmezler.



$$C_6H_{12}O_{6(katı)} \longrightarrow C_6H_{12}O_{6(suda)}$$



$$C_2H_5OH_{(sıvı)} \longrightarrow C_2H_5OH_{(suda)}$$



$$CH_3COCH_{3(sıvı)} \longrightarrow CH_3COCH_{3(suda)}$$

Bu tür maddelerin molekülleri polar olduğu için suda çok çözünebilirler. Ancak suda çözünseler bile yine molekül olarak kalırlar.

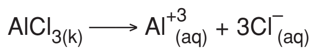
b) Elektrolit Çözeltiler

Suda çözününce ortama pozitif ve negatif iyon verebilen maddelerin sulu çözeltileri elektrik akımını iletir. Bu tür çözeltiler iyonların hareketinden dolayı elektrik akımını iletir.

İyonik bileşiklerin molekülleri nötrdür. Suda çözündüklerinde oluşturdukları çözeltileride nötrdür.

$AlCl_3$ bileşiğinin taneciği nötrdür. $(\overset{+3}{Al}Cl_3^{-1})^0$ (+) ve (–) yükler eşit olduğu için tanecik nötrdür.

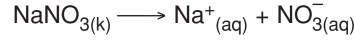
$AlCl_3$ bileşiğinin çözeltiside nötrdür.



$$AlCl_{3(k)} \longrightarrow Al^{+3}_{(aq)} + 3Cl^{-}_{(aq)}$$

İyonların sayıları farklı olmasına rağmen pozitif ve negatif yükleri eşit olduğu için çözelti nötrdür.

İyonik bileşikler suda çözününce, suda çözündükleri oranda iyonlarına ayrılırlar.



$$NaNO_{3(k)} \longrightarrow Na^{+}_{(aq)} + NO^{-}_{3(aq)}$$



$$CaCl_{2(k)} \longrightarrow Ca^{+2}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)}$$

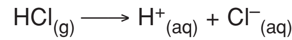


$$BaBr_{2(k)} \longrightarrow Ba^{+2}_{(aq)} + 2Br^{-}_{(aq)}$$

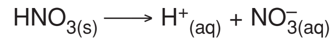
Na^+, K^+, NH_4^+, Li^+, NO_3^- ve CH_3COO^- iyonlarını içeren bileşikler suda çok çözünürler ve çözündükleri oranda iyonlarına ayrılırlar.

Asitler H^+ iyonu içerdikleri için suda çok çözünürler. Ancak kuvvetlerine bağlı olarak kısmen veya tamamen iyonlarına ayrılırlar.

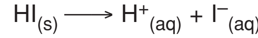
HCl, HNO_3, HI, $HClO_4$ ve H_2SO_4 gibi asitler suda çok çözünürler ve çözündükleri orana yakın iyonlarına ayrılırlar.



$$HCl_{(g)} \longrightarrow H^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$$



$$HNO_{3(s)} \longrightarrow H^{+}_{(aq)} + NO^{-}_{3(aq)}$$



$$HI_{(s)} \longrightarrow H^{+}_{(aq)} + I^{-}_{(aq)}$$

HCN, CH_3COOH, HF, H_2CO_3 ve C_6H_5OH gibi asitler suda çok çözünürler, ancak iyonlarına az ayrılırlar. Daha çok moleküler olarak çözünürler.



$$HCN_{(aq)} \rightleftarrows H^{+}_{(aq)} + CN^{-}_{(aq)}$$



$$HF_{(aq)} \rightleftarrows H^{+}_{(aq)} + F^{-}_{(aq)}$$

NaOH, KOH, $Ca(OH)_2$ gibi bazlar suda çok çözünürler ve çözündükleri oranda iyonlaşırlar.

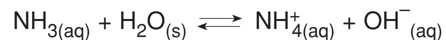


$$NaOH_{(k)} \longrightarrow Na^{+}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)}$$



$$Ca(OH)_{2(k)} \longrightarrow Ca^{+2}_{(aq)} + 2OH^{-}_{(aq)}$$

NH_3, $C_6H_5–NH_2$, $CH_3–NH_2$ gibi bazlar suda çok çözünürler, ancak iyonlarına az ayrılırlar. Daha çok moleküler olarak çözünürler.



$$NH_{3(aq)} + H_2O_{(s)} \rightleftarrows NH^{+}_{4(aq)} + OH^{-}_{(aq)}$$

Bir çözeltinin elektrik akımını iletme miktarı iyonların derişimine bağlıdır. İyon derişimi arttıkça elektrik iletkenliği artar.

ÖRNEK

I. Şekerli su
II. Alkollü su
III. Tuzlu su

Yukarıda verilen çözeltilerden hangileri elektrik akımını iletir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

ÇÖZÜM

3. Çözünürlük ve Çözünürlük Dengesi

a) Çözünürlük

Belirli bir sıcaklıkta belirli bir miktar çözücünün doymuş olması için gerekli olan madde miktarıdır.

Sulu çözeltiler için genellikle gX/100 g su veya gX/100 ml su alınır. Ancak 1 litre çözeltide çözünmüş olan maddenin mol sayısı da kullanılmaktadır. Çözünürlük dengesinde 1 litre doymuş çözeltide çözünmüş olan maddenin mol sayısı kullanılır.

Maddelerin çözünürlüğü; maddelerin cinsi, sıcaklık, basınç ve ortak iyondan etkilenir.

Maddelerin çözünürlükleri birbirinden farklıdır. Çözünen madde miktarı ölçülemeyecek kadar az ise, o maddenin çözünmediği kabul edilir. Bir maddenin bir litre doymuş çözeltisinde 0,1 molden daha az çözünmüşse, böyle maddelere genellikle **az çözünür** maddeler denir.

Belirli bir sıcaklıkta belirli hacimdeki suyun içeresinde yine belirli miktarda madde çözünür. Daha fazla madde eklenirse, maddenin fazlası çözünmeden kalır ve o sıcaklıkta çözünen maddenin derişimi en büyüktür. Böyle çözeltilere **doymuş çözeltiler** denir. Belirli bir sıcaklıkta doymuş bir çözeltide daha fazla madde çözünmez. **Aynı hacim, basınç ve sıcaklık şartlarındaki doymuş çözeltiden daha az miktarda madde bulunduran çözeltilere doymamış çözeltiler** denir. Bir çözeltideki katı maddenin çözünürlüğü sıcaklıkla artıyorsa, yüksek sıcaklıkta daha fazla madde çözünebilir. O halde sıcaklığı yükselterek bir doymuş çözeltiyi doymamış hale getirmek mümkündür. Bu tür maddelerin yüksek sıcaklıktaki doymuş çözeltileri soğutulursa, yeni sıcaklıkta çözebileceğinden daha fazla madde içermektedir. Bu tür çözeltilere **aşırı doymuş çözeltiler** denir. Karıştırma veya yeni bir kristal eklemek halinde kristaller meydana gelir ve çözelti doymuş hale gelir.

Aşırı doymuş çözeltiler, aynı şartlardaki doymuş çözeltiden daha fazla madde bulunduran çözeltilerdir. İçinde katı madde bulunan doymuş çözeltilerde şartlar değişmedikçe katı madde miktarı değişmez. Bu tür çözeltilerde **dinamik bir denge** vardır.

b) Çözünürlük Çarpımı

AgCl, $PbCl_2$, $SnBr_2$, CaS, $Mg(OH)_2$ gibi maddeler suda az çözünür. Suda az çözünen bir iyonik katı suya yeterli miktarda karıştırıldığında ilk başta çözünme hızı yüksek çökelme hızı düşük olur. Daha çok iyon çözününce iyonların çarpışma ve birleşerek çökelti oluşturması artar. Zamanla çözünme hızı azalır, çökelme hızı ise artar. Bir an gelirki çözünme hızı çökelme hızına eşit olur. Dipte katı varsa bu tür çözeltiler doymuştur ve dengededir. Dipteki katı madde ile çözeltideki iyonlar arasında denge kurulur.

Çözeltilerde denge sabitine **çözünürlük çarpımı** denir. Çözünürlük çarpımları, diğer denge sabitlerinden farklı bir şey değildir ve hesaplamalarda, aynı şekilde kullanılırlar. Fakat çözünürlük çarpımları, sadece az çözünen tuzlar için kullanılır. Çok çözünen tuzların doygun çözeltileri derişik olduğu için iyon-iyon etkileşimlerini de hesaba katmak gerekir ve bu işlemler karışıktır. Çözünürlük çarpımının değerini tayın etmek için basit yollardan biri, tuzun molar çözünürlüğü ölçmektedir.

Çözünürlük çarpımı, doygun bir çözeltide, saf tuz ile iyonları arasındaki dengenin denge sabitidir.

★ Çözünürlük çarpımı $K_{çç}$ veya $K_ç$ ile gösterilir. Bu kitapta $K_ç$ olarak kullanılacaktır.

★ Çözünürlük çarpımı $K_ç$ maddenin cinsine ve sıcaklığa bağlıdır.

★ Bir maddenin çözünürlüğü endotermik ise sıcaklık arttıkça $K_ç$ nin sayısal değeri büyür.

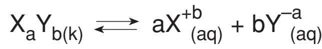
★ Bir maddenin çözünürlüğü ekzotermik ise sıcaklık arttıkça $K_ç$ nin sayısal değeri küçülür.

$\Delta H > 0$ ise T ↗ $K_ç$ ↗

$\Delta H < 0$ ise T ↗ $K_ç$ ↘

★ Katısı ile dengede olan bir çözeltinin denge sabiti $K_ç$; iyonların derişimlerinin çarpımına eşittir. İyonların katsayıları ise derişimlere üs olarak yazılır.

$X_aY_{b(k)}$ formülü ile ifade edilen suda az çözülür bir iyonik katının çözünme denklemi;



$$X_aY_{b(k)} \rightleftharpoons aX^{+b}_{(aq)} + bY^{-a}_{(aq)}$$

şeklinde gösterilebilir. dengedeki çözeltinin denge sabiti $K_ç$;

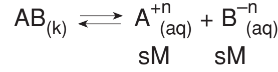
$$K_ç = [X^{+b}]^a[Y^{-a}]^b$$

olarak yazılabilir.

Suda az çözünür katıların dengedeki çözeltilerinin derişimi x veya s ile gösterilir. x veya s belirli bir sıcaklıkta doymuş ve dengedeki çözeltinin derişimidir. x veya s çözünürlük olarak da ifade edilebilir.

g) $K_ç$'den yararlanılarak 1 litre sulu çözeltide kaç mol katının çözündüğü hesaplanır. Bu değer istenirse kütle birimleri cinsinden de hesaplanabilir. Suda az çözünür bir katının belirli bir sıcaklıkta; $K_ç$'den hareketle çözünürlüğü (mol/1 litre çözelti), doymuş çözeltisinin derişiminden hareketle de $K_ç$ sabiti hesaplanabilir.

★ Bir taneciğinde iki iyon bulunan katı maddeler AB olarak formüle edilirse, çözünme denklemleri ve çözünürlük çarpımları aşağıdaki gibi olur.



$$AB_{(k)} \rightleftharpoons A^{+n}_{(aq)} + B^{-n}_{(aq)}$$

sM sM

s; doymuş çözeltinin molar derişimi ve belirli sıcaklığındaki çözünürlüğüdür.

$K_ç = [A^{+n}][B^{-n}]$

$= (s).(s)$

$= s^2$ olur.

AgCl, CuBr, $CaSO_4$, $BaSO_4$, $CaCO_3$ gibi katı maddelerin çözünürlük çarpımı $K_ç = s^2$ dir.

ÖRNEK

$BaCrO_4$ katısının belirli bir sıcaklıkta çözünürlük çarpımı $K_ç = 10^{-10}$ dur.

Bu sıcaklıkta 200 ml doymuş çözeltisinde kaç gram $BaCrO_4$ çözünmüştür?
($BaCrO_4$ = 253)

A) $1,265.10^{-4}$ B) $2,53.10^{-4}$ C) $3,795.10^{-4}$
D) $5,06.10^{-4}$ E) $2,53.10^{-3}$

ÇÖZÜM

ÖRNEK

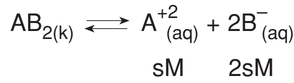
$CaCO_3$ katısı ile hazırlanan 400 litre doymuş çözeltide 4 gram $CaCO_3$ çözünmüştür.

Buna göre $CaCO_3$ katısının bu sıcaklıktaki çözünürlük çarpımı $K_ç$ kaçtır? ($CaCO_3$ = 100)

A) 1.10^{-3} B) 2.10^{-3} C) 2.10^{-8}
D) 1.10^{-8} E) 4.10^{-8}

ÇÖZÜM

★ Bir taneciğinde üç iyon bulunan katı maddeler AB_2 veya A_2B şeklinde formüle edilirse, çözünme denklemleri ve çözünürlük çarpımları aşağıdaki gibidir.



$AB_{2(k)} \rightleftharpoons A^{+2}_{(aq)} + 2B^{-}_{(aq)}$

sM   2sM

$K_ç = [A^{+2}][B^{-}]^2 \Rightarrow K_ç = (s).(2s)^2$

$K_ç = 4s^3$

$PbCl_2$, PbI_2, Ag_2CrO_4, BaF_2, $MgBr_2$ gibi katıların çözünürlük çarpımı $K_ç = 4s^3$ tür.

ÖRNEK

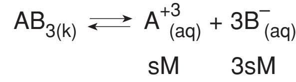
AB_2 tuzunun belli bir sıcaklıkta çözünürlük çarpımı $K_ç=4.10^{-12}$ dir.

Doymuş çözeltide B^- iyonları derişimi kaç mol/litre olur?

A) 2.10^{-6} B) 2.10^{-4} C) 1.10^{-4}
D) 4.10^{-4} E) 2.10^{-3}

ÇÖZÜM

★ Bir taneciğinde dört iyon bulunan katı maddeler AB_3 veya A_3B şeklinde formüle edilirse, çözünme denklemleri ve çözünürlük çarpımları aşağıdaki gibidir.



$AB_{3(k)} \rightleftharpoons A^{+3}_{(aq)} + 3B^{-}_{(aq)}$

sM   3sM

$K_ç = [A^{+3}][B^{-}]^3$

$= (s).(3s)^3$

$= 27s^4$

$AlCl_3$, $Al(OH)_3$, $FeBr_3$, Ag_3PO_4 gibi katıların çözünürlük çarpımı $K_ç = 27s^4$ tür.

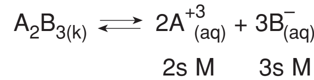
ÖRNEK

XY_3 tuzunun belirli bir sıcaklıkta çözünürlük çarpımı $K_ç = 2{,}7.10^{-11}$ dir. **Buna göre, doymuş 20 litre çözeltide kaç mol Y^{-1} iyonları bulunmaktadır?**

A) 2.10^{-2} B) 2.10^{-3} C) 3.10^{-3}
D) 3.10^{-2} E) 6.10^{-2}

ÇÖZÜM

★ Bir taneciğinde 5 tane iyon bulunan katı maddeler A_2B_3 veya A_3B_2 şeklinde formüle edilirse, bu katıların suda çözünme denklemleri ve çözünürlük çarpımları aşağıdaki gibi olur.



$A_2B_{3(k)} \rightleftharpoons 2A^{+3}_{(aq)} + 3B^{-}_{(aq)}$

2s M   3s M

$K_ç = [A^{+3}]^2[B^{-}]^3$

$K_ç = (2s)^2.(3s)^3$

$= 4s^2.27s^3$

$= 108s^5$

Sulu çözeltilerde iyonik bir katının çözünmesinde üç durum söz konusudur. Bunlar;

- ★ Çözelti doymamış olabilir.
- ★ Çözelti doymuş olabilir.
- ★ Çözelti aşırı doymuş olabilir.

Dengede olmayan sistemin iyon çarpımı Q ile gösterilir. Burada Q, iyon çarpımı olarak adlandırılır ve iyonların molar derişimlerinin stokiyometrik katsayılar üstel olarak yazıldıktan sonraki çarpımıdır. Buna göre, 25°C'de Ca^{+2} ve SO_4^{-2} iyonlarını içeren sulu çözeltide Q ifadesi şöyle yazılabilir.

$Q = [Ca^{+2}]\,[SO_4^{-2}]$

Buradaki derişimler, başlangıç derişimleridir. Denge derişimlerini ifade etmemektedir. Q ve $K_ç$ arasındaki karşılaştırma şöyle yapılabilir.

$Q < K_ç$ ise doymamış çözeltidir.
$Q = K_ç$ ise doymuş çözeltidir.
$Q > K_ç$ ise aşırı doymuş çözeltidir. $Q = K_ç$ oluncaya kadar çökelecektir.

c) Çökelti Oluşumu

$Q > K_ç$ ise çözelti aşırı doymuştur. Dengede değildir. $Q = K_ç$ sınırına kadar çökelme devam eder. Çökelme hızı, çözünme hızından büyüktür.

İki veya daha fazla çözelti birbiri ile karıştırıldığında az çözünür bir katı maddenin oluşması ve sıvı fazdan ayrılması olayına **çökelme** denir. Bu işleme ise çöktürme işlemi denir. İki çözelti karıştırıldığında çözeltiler arasında tepkime olmuyorsa veya iyonların derişimlerinin çarpımı $K_ç$'den küçük ise bir çökelti oluşmaz.

Bir çökeltinin oluşup, oluşmayacağı Q ile $K_ç$'nin (daha önce verilen kurallara göre) karşılaştırılması ile anlaşılır.

Bir çözelti içerisinde birden fazla iyon bulunursa ve bu iyonlar suda az çözünür katılar oluşturuyorsa, bu katılar çözeltiden ayrılabilir. Belirtilen olayda çöken maddelerin çözünürlük çarpımları farklı olduğundan, bunları çöktürmek için gerekli olan iyon derişimleri de farklı olur. Bir iyon çökerken diğer iyon ya da iyon grupları çözeltide kalır.

Aynı iyonla çökelme yapabilecek farklı iyonlar bir çözeltide karşılaşabilirler. Böyle bir durumda çözünürlük çarpımını, ilk önce aşan madde önce çökecektir.

Bir çözeltideki iyonları çözünürlük farkından yararlanılarak ayırmak için yapılan çöktürme işlemine **seçimli çöktürme** denir. Bir seçimli çöktürme için iki maddenin çözünürlük çarpımları arasında 10^5 kat oranı yararlı görülmektedir.

ÖRNEK

8.10^{-30}M lık $Sb(NO_3)_3$ çözeltisine eşit hacimde, KOH çözeltisi ekleniyor.

$Sb(OH)_3$ katısının çökmeye başlaması için KOH çözeltisinin molar derişimi en az kaç olmalıdır?
($Sb(OH)_3$ için $K_ç = 4.10^{-42}$)

A) 2.10^{-4} B) 2.10^{-5} C) 2.10^{-8}
D) 4.10^{-6} E) 2.10^{-13}

ÇÖZÜM

1. $MgCO_3$ tuzunun belirli bir sıcaklıkta çözünürlük çarpımı $K_ç = 9.10^{-6}$ olduğuna göre, **$MgCO_3$ ün doymuş 10 litre çözeltisinde kaç mol CO_3^{-2} iyonu bulunur?**

A) 9.10^{-5} B) 3.10^{-5} C) 3.10^{-4}
D) 3.10^{-2} E) 2.10^{-3}

ÇÖZÜM

2. 25 °C de CaF_2 tuzunun doymuş çözeltisinde $[F^-] = 4.10^{-4}$M dır.
CaF_2 tuzunun bu sıcaklıktaki çözünürlük çarpımı $K_ç$ kaçtır?

A) 2.10^{-4} B) 4.10^{-4} C) 8.10^{-8}
D) $1.6.10^{-11}$ E) $3,2.10^{-11}$

ÇÖZÜM

3. $Pb(ClO_3)_2$ için belli bir sıcaklıkta $K_ç = 3,2.10^{-14}$ tür.
$Pb(ClO_3)_2$ için aynı sıcaklıkta çözünürlük kaç mol/litredir?

A) 1.10^{-5} B) 2.10^{-5} C) 3.10^{-5}
D) 5.10^{-5} E) 8.10^{-6}

ÇÖZÜM

ESEN YAYINLARI

4. Belirli bir sıcaklıkta $Ca(OH)_2$ katısının çözünürlük çarpımı $K_ç = 4.10^{-6}$ dır.
Bu sıcaklıkta 10 litre doymuş $Ca(OH)_2$ çözeltisinde kaç gram $Ca(OH)_2$ çözünmüş olarak bulunur? (Ca: 40, O: 16, H: 1)

A) 0,74 B) 7,4 C) 14,8
D) 74 E) 148

ÇÖZÜM

5. $X(OH)_2$ için 25 °C de $K_ç = 2,56.10^{-10}$ dur.
Bu sıcaklıkta doymuş çözeltideki OH^- iyonları derişimi kaç M dır?

A) 4.10^{-4} B) 8.10^{-4} C) $1,6.10^{-5}$
D) 4.10^{-6} E) 8.10^{-8}

ÇÖZÜM

6. $CaCO_3$ tuzunun 10 litre doymuş çözeltisinde 100 mg $CaCO_3$ çözünmüş olarak bulunuyor.
Buna göre $CaCO_3$'ün bu sıcaklıktaki çözünürlük çarpımı $K_ç$ kaçtır? ($CaCO_3$ = 100)

A) $2,5.10^{-8}$ B) 8.10^{-12} C) 4.10^{-7}
D) 5.10^{-10} E) 1.10^{-8}

ÇÖZÜM

7. $CaSO_4$ tuzunun belli bir sıcaklıkta çözünürlük çarpımı $2,5.10^{-5}$ dir.
Aynı sıcaklıkta 100 litre doymuş $CaSO_4$ çözeltisinde kaç gram $CaSO_4$ çözünmüş olarak bulunur? ($CaSO_4$ = 136)

A) 0,68 B) 6,8 C) 13,6
D) 27,2 E) 68

ÇÖZÜM

8. $BaCrO_4$ katısının suda çözünmesiyle hazırlanan 50 litre doymuş çözeltisinde 0,0015 mol Ba^{+2} iyonu olduğu belirleniyor.
Buna göre $BaCrO_4$ ün çözünürlük çarpımı $K_ç$ kaçtır?

A) 3.10^{-10} B) 9.10^{-10} C) 3.10^{-6}
D) 9.10^{-6} E) $2,7.10^{-5}$

ÇÖZÜM

9. AB katısı için oda sıcaklığında çözünürlük çarpımı, $K_ç = 1.10^{-6}$ dır.
Oda sıcaklığında 100 litre 10^{-4} M AB çözeltisi kaç mol daha AB katısı çözebilir?

A) 9.10^{-1} B) 1.10^{-1} C) 9.10^{-2}
D) 9.10^{-3} E) 9.10^{-4}

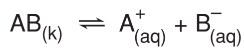
ÇÖZÜM

10. AB katısı için t°C de çözünürlük çarpımı, $K_ç = 1.10^{-8}$ dir. t°C sıcaklığında;

I. 10 litre arı suya 10^{-4} mol AB
II. 1 litre arı suya 10^{-8} mol AB
III. 10 litre arı suya 10^{-2} mol AB

karıştırılarak yeterli süre bekleniyor.

Buna göre, hangilerinde;



$AB_{(k)} \rightleftharpoons A^{+}_{(aq)} + B^{-}_{(aq)}$

tepkimesi dengededir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

ÇÖZÜM

11. $CaCO_3$ katısının belirli bir sıcaklıkta çözünürlük çarpımı $4,9.10^{-9}$ dur.
2 litre doymuş $CaCO_3$ çözeltisinde kaç gram $CaCO_3$ katısı çözünmüştür? ($CaCO_3$ = 100)

A) $1,4.10^{-2}$ B) 7.10^{-2} C) $1,4.10^{-3}$
D) 7.10^{-3} E) 7.10^{-5}

ÇÖZÜM

1. Ag_2CO_3 bileşiğinin belirli bir sıcaklıkta çözünürlüğü 0,02 mol/litredir. **Buna göre;**
   a) 5 litre doymuş çözeltide kaç mol Ag^+ iyonu bulunur?
   b) Ag_2CO_3 bileşiğinin bu sıcaklıktaki çözünürlük çarpımı kaç olur?

2. 200 ml doymuş $BaCrO_4$ çözeltisi hazırlanıyor.
   En fazla $5,06.10^{-4}$ g $BaCrO_4$ çözündüğüne göre,
   a) $BaCrO_4$ tuzunun çözünürlüğü kaç mol/litredir? ($BaCrO_4$ = 253)
   b) $BaCrO_4$ tuzunun bu sıcaklıktaki çözünürlük çarpımı $K_ç$ kaçtır?

3. BaF_2 tuzunun t °C'de hazırlanmış olan 100 ml çözeltisinde $1,5.10^{-5}$ mol F^- iyonu bulunmaktadır.
   Çözelti doymuş olduğuna göre,
   a) BaF_2 tuzunun bu sıcaklıktaki çözünürlüğü kaç mol/litredir?
   b) BaF_2 tuzunun bu sıcaklıktaki çözünürlük çarpımı kaçtır?

4. Ag_2CrO_4 tuzunun belli bir sıcaklıkta çözünürlük çarpımı 4.10^{-12} dir. **Buna göre,**
   a) Ag_2CrO_4 tuzunun aynı sıcaklıkta çözünürlüğü kaç mol/litredir?
   b) 20 litre domuş çözeltide kaç mol Ag^+ iyonu bulunur?

5. $CaCO_3$ katısının çözünürlük çarpımı 10^{-8} dir. **Buna göre;**
   a) 2 litre doymuş çözeltide kaç gram $CaCO_3$ çözünmüştür? ($CaCO_3$ = 100)
   b) Aynı sıcaklıkta hazırlanan doymuş çözeltide 2 gram $CaCO_3$ çözündüğüne göre, çözeltinin hacmi kaç litredir?

6. BaF_2 tuzunun çözünürlük çarpımı $1,7.10^{-6}$ dır.
   BaF_2 tuzunun;
   a) Saf sudaki çözünürlüğü kaç mol/litredir?
   b) 0,2M NaF çözeltisindeki çözünürlüğü kaç mol/litredir?
   c) 0,2M $Ba(NO_3)_2$ çözeltisindeki çözünürlüğü kaç mol/litredir?

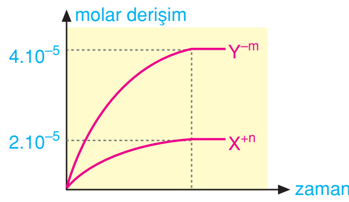
7. PbI_2 katısının çözünürlük çarpımı 10^{-9} dur.
   2.10^{-3}M $Pb(NO_3)_2$ çözeltisine eşit hacimde KI çözeltisi ilave ediliyor.
   Çökelmenin başlaması için KI çözeltisinin molar derişimi en az kaç mol/litre olmalıdır?

8. Ag_3PO_4 tuzunun belirli bir sıcaklıkta çözünürlük çarpımı $2,7.10^{-19}$ dur. **Buna göre;**

a) Dengedeki çözeltisinde derişimi kaç mol/litredir?

b) 10^3 litresinde kaç gram Ag_3PO_4 çözünebilir? (Ag_3PO_4 = 419)

9.

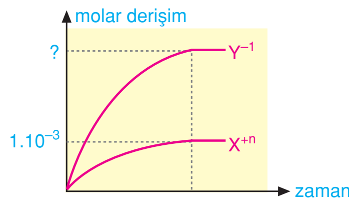


Sabit sıcaklıkta bir katının suda çözünürken verdiği iyonların derişimi grafikteki gibidir. **Buna göre;**

a) Katının formülü nedir?

b) Çözünürlük çarpımı $K_ç$ nedir?

10.



Çözünürlük çarpımı $2,7.10^{-11}$ olan bir katının dengedeki çözeltisinin X^{+n} iyonları derişimi verilmiştir. **Buna göre;**

a) Katının formülü nedir?

b) Y^{-1} iyonlarının derişimi kaç mol/litredir?

11. X_nY_m katısı ile hazırlanan doymuş bir çözeltide X^{+m} iyonları derişimi 3.10^{-3} M, Y^{-n} iyonları derişimi ise 1.10^{-3}M dır.

Buna göre;

a) Katı maddenin formülü nedir?

b) Katı maddenin çözünürlük çarpımı $K_ç$ nedir?

12. Ag_3PO_4 katısının mol kütlesi 419 g dır. Ag_3PO_4 katısının belirli bir sıcaklıkta çözünürlüğü $8,38.10^{-3}$ g/litredir. **Buna göre;**

Buna göre, Ag_3PO_4 katısının çözünürlük çarpımı $K_ç$ kaçtır?

13. 25 °C de CaC_2O_4 katısı çözünerek hazırlanan 200 ml çözeltide 1,28 mg CaC_2O_4 çözünmüştür.

Buna göre;

a) CaC_2O_4 katısının çözünürlük çarpımı $K_ç$ nedir? (CaC_2O_4 = 128)

b) 25 °C'deki suya 2 g CaC_2O_4 katısı karıştırılarak 4 litre çözelti hazırlanıyor. CaC_2O_4 katısının kütlece yüzde kaçı çözünmüş olur?

1. 100 ml 0,4M $Pb(NO_3)_2$ çözeltisine 100 ml 0,6M NaBr çözeltisi karıştırılıyor. **$PbBr_2$ katısı ile çözelti arasında denge kurulduğunda Pb^{+2} iyonları derişimi kaç M olur?** ($PbBr_2$ için $K_ç = 9.10^{-6}$)

A) 0,5 B) 0,4 C) 0,25 D) 0,05 E) 0,02

ÇÖZÜM

2. 100 ml, 0,15M $AgNO_3$ çözeltisi ile 200 ml, 0,3M KI çözeltisi karıştırılıyor. **AgI katısı ile denge kurulduktan sonra Ag^+ iyonları derişimi kaç molar olur?** (AgI için $K_ç = 1,5.10^{-16}$)

A) 2.10^{-4} B) $1,5.10^{-5}$ C) 10^{-12}
D) $2,5.10^{-12}$ E) 10^{-15}

ÇÖZÜM

3. 100 ml, 6.10^{-6}M $AgNO_3$ çözeltisine 100 ml NaI çözeltisi karıştırılıyor. **AgI katısının çökmeye başlaması için NaI çözeltisinin derişimi en az kaç mol/litre olmalıdır?** (AgI için $K_ç = 1,44.10^{-16}$)

A) $1,6.10^{-9}$ B) $9,6.10^{-11}$ C) $2,4.10^{-10}$
D) $4,8.10^{-11}$ E) 3.10^{-6}

ÇÖZÜM

4. 0,4M KBr ve 0,4M KI içeren bir çözeltiye eşit hacimde 0,2M $AgNO_3$ ekleniyor. **Buna göre,**

I. AgBr çöker.

II. K^+ derişimi 0,4M olur.

III. Ag^+ derişimi $1{,}5.10^{-15}$M olur.

ifadelerinden hangileri doğru olur?

[AgBr için $K_ç = 8.10^{-13}$, AgI için $K_ç = 1{,}5.10^{-16}$]

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

ÇÖZÜM

5. 2.10^{-2}M, 50 ml $PbCl_2$ çözeltisiyle, 4.10^{-3}M, 50 ml K_2SO_4 çözeltisi karıştırılıyor. **Buna göre,**

I. $PbSO_4$ çökeltisi oluşur.

II. SO_4^{-2} iyonları derişimi 2.10^{-3}M olur.

III. Pb^{+2} iyonları derişimi 10^{-6}M olur.

yargılarından hangileri doğrudur?

($PbSO_4$ için $K_ç = 1{,}8.10^{-8}$)

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

6. 4.10^{-3}M 100 ml NaF çözetisiyle 100 ml $Pb(NO_3)_2$ çözeltisi karıştırılıyor. **Çökmenin başlayabilmesi için $Pb(NO_3)_2$ çözeltisinin derişimi en az kaç M olmalıdır?** (PbF_2 için $K_ç = 4.10^{-8}$)

A) 2.10^{-2} B) 3.10^{-2} C) 4.10^{-2}
D) 5.10^{-2} E) 6.10^{-2}

ÇÖZÜM

7. 50 ml, 2.10^{-4}M, $Mg(NO_3)_2$ çözeltisi ile 50 ml 4.10^{-4}M, KOH çözeltisi karıştırılıyor.
Tepkime sonucu dengeye ulaşan çözelti için;
I. Mg^{+2} derişimi 10^{-4}M olur.
II. $[Mg^{+2}][OH^-]^2 < K_ç$ olur.
III. $Mg(OH)_2$ katısı çöker.
yukarıdakilerden hangileri doğrudur?
($Mg(OH)_2$ için $K_ç = 1,2.10^{-11}$)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

ÇÖZÜM

8. 100 ml, 1.10^{-4}M'lik NaCl çözeltisi ile 100 ml, 1.10^{-2}M $AgNO_3$ çözeltisi karıştırılıyor.
Yeterli süre beklenen çözelti için;
I. Cl^- derişimi yarıya iner.
II. $[Ag^+][Cl^-] > K_ç$ olur.
III. AgCl çökeltisi oluşur.
yargılarından hangileri doğru olur?
(AgCl için $K_ç = 1,6.10^{-10}$)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

ÇÖZÜM

1. 3 litre, 4.10^{-4}M $Pb(NO_3)_2$ çözeltisine aynı sıcaklıkta 2 litre K_2SO_4 çözeltisi ekleniyor.
Çökelmenin başlayabilmesi için K_2SO_4 çözeltisinin derişimi en az kaç mol/litre olmalıdır?
($PbSO_4$ için $K_ç = 2.10^{-9}$)

2. 0,5M, 1 litre $Ca(NO_3)_2$ ile 1,5M, 1 litre Na_2SO_4 çözeltisi karıştırılıyor.
Çökelme tamamlandıktan sonra karışımdaki Ca^{+2} iyonları molar derişimi kaç mol/litre olur?
($CaSO_4$ için $K_ç = 5.10^{-5}$)

3. 0,1M $AgNO_3$ çözeltiyle 0,1M $CaCl_2$ çözeltisi eşit hacimlerde karıştırılıyor.
Dengeye ulaşan çözelti için,
a) Cl^- iyonları derişimi kaç mol/litre olur?
b) Ag^+ iyonları derişimi kaç mol/litre olur?
($AgCl$ için $K_ç = 10^{-10}$)

4. 1 litre, 0,01M $CaCl_2$ çözeltisine 1 litre KOH ilave ediliyor. **Çökelmenin başlayabilmesi için çözeltide çözünmüş olan KOH en az kaç gram olmalıdır?** (KOH = 56, $Ca(OH)_2$ için $K_ç = 8.10^{-6}$)

5. $M(OH)_2$ için belirli bir sıcaklıkta çözünürlük çarpımı $2,5.10^{-11}$ dir. 2M MCl_2 çözeltisine eşit hacimde 3M KOH çözeltisi ilave ediliyor.
Çökelme tamamlandıktan sonra,
a) M^{+2} iyonlarının derişimi kaç mol/litre olur?
b) OH^- iyonları derişimi kaç mol/litre olur?

6. Bir litrelik bir çözelti içerisinde 1.10^{-3}M Ba^{+2} ve 1.10^{-2}M Pb^{+2} iyonları bulunduran çözeltiye azar azar Na_2SO_4 katısı ilave ediliyor.
$PbSO_4$ için $K_ç = 10^{-8}$
$BaSO_4$ için $K_ç = 10^{-12}$
olduğuna göre, ilk madde çökmeye başladığı zaman ilave edilen Na_2SO_4 katısı kaç gramdır? (Na_2SO_4 = 142)

7. 50 ml, 2.10^{-3}M $AgNO_3$ çözeltisi ile 50 ml, 4.10^{-3}M NaCl çözeltileri karıştırılıyor.
AgCl tuzunun çözünürlük çarpımı 1.10^{-10} olduğuna göre,
a) Çökelti oluşur mu?
b) NO_3^- iyonları derişimi kaç M olur?
c) Ag^+ iyonları derişimi kaç M olur?

8. CaF_2 katısının çözünürlük çarpımı 10^{-10} dur.
100 ml 2.10^{-2}M $Ca(NO_3)_2$ çözeltisi ile 100 ml 3.10^{-2}M NaF çözeltisi birbirine karıştırılıyor. **Buna göre;**
a) NO_3^- iyonları derişimi kaç olur?
b) Kaç mol CaF_2 çöker?
c) F^- iyonları derişimi kaç M olur?

9. Belirli bir sıcaklıkta SrF_2 tuzunun çözünürlük çarpımı 8.10^{-7} dir.

Aynı sıcaklıkta 0,2M $Sr(NO_3)_2$ çözeltisinin V litresinde en fazla $1,2.10^{-2}$ mol katı BaF_2 çözünebilmektedir.

$Sr(NO_3)_2$ çözeltisinin hacmi kaç litredir?

(Katı maddenin ilave edilmesi hacmi etkilemiyor.)

10. Belirli bir sıcaklıkta;

$PbBr_2$ için $K_ç = 1.10^{-8}$

$Pb_3(PO_4)_2$ için $K_ç = 10^{-24}$ tür.

1.10^{-3}M Br^- ve 1.10^{-6}M PO_4^{-3} iyonları içeren bir çözeltiye azar azar Pb^{+2} iyonları ekleniyor.

$PbBr_2$ çökmeye başladığı anda PO_4^{-3} iyonları derişimi kaç mol/litre olur?

11. 10^{-3}M $BaCl_2$ çözeltisine eşit hacimde Na_2SO_4 çözeltisi ekleniyor. **Bir çökelme olabilmesi için Na_2SO_4 derişimi en az kaç M olmalıdır?**

($BaSO_4$ için $K_ç = 1.10^{-10}$)

12. 1M XBr çözeltisine eşit hacimde 1M, Na_2CO_3 çözeltisi karıştırılıyor.

Çökelme tamamlandıktan sonra,

a) Na^+ iyonları derişimi kaç mol/litre olur?

b) CO_3^{-2} iyonları derişimi kaç mol/litre olur?

c) X^+ iyonları derişimi kaç mol/litre olur?

(X_2CO_3 için $K_ç = 10^{-6}$)

13. 100 ml, 0,8M $Pb(NO_3)_2$ çözeltisine 300 ml, 0,4M NaI çözeltisi katılıyor.

Çökelme tamamlandıktan sonra,

a) NO_3^- iyonları derişimi kaç mol/litre olur?

b) I^- iyonları derişimi kaç mol/litre olur?

(PbI_2 için $K_ç = 2.10^{-9}$)

14. Bir çözeltide SO_4^{-2} iyonları derişimi 10^{-5} mol/litredir. Bu çözeltiye katı $Ba(OH)_2$ ekleniyor. Çözünen $Ba(OH)_2$ katısı hacmi etkilemiyor.

1 litre çözeltiye en az kaç mol $Ba(OH)_2$ katısı ilave edilirse çökelme başlar?

($BaSO_4$ için $K_ç = 10^{-10}$)

15. 10^{-3}M $AgNO_3$ çözeltisi ile 10^{-2}M KBr çözeltisi eşit hacimlerde karıştırılıyor.

Tepkime sonucu dengeye ulaşan çözelti için;

a) Br^- iyonları derişimi kaç M olur?

b) Ag^+ iyonları derişimi kaç M olur?

($AgBr$ için $K_ç = 9.10^{-13}$)

16. 0,16M, 500 ml $AgNO_3$ çözeltisi ile 0,16M 500 ml Na_2CO_3 çözeltisi karıştırılıyor ve çökelme tamamlanıyor.

Buna göre,

a) $CO_3^{=}$ iyonları derişimi kaç molar olur?

(Ag_2CO_3 için $K_ç = 4.10^{-12}$)

b) Ag^+ iyonları derişimi kaç molar olur?

B. ÇÖZÜNÜRLÜĞE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

$K_ç$ değeri, bir iyonik bileşiğin çözünürlüğünü ifade eder ve bu değer küçüldükçe bileşiğin sudaki çözünürlüğü azalır. 1 litre doymuş çözeltideki çözünen maddenin mol sayısına **molar çözünürlük**, 1 litre doymuş çözeltideki çözünen maddenin gram olarak miktarına **çözünürlük** denir. Bu ifadelerin belirli bir sıcaklıkta (genellikle 25°C) doymuş çözeltilerin derişimini ifade ettiğini unutmamak gerekir. Molar çözünürlük, çözünürlük ve çözünürlük çarpımı tanımlarının hepsi doymuş çözeltiler için geçerlidir. Maddelerin çözünürlüğünü; maddelerin cinsi, sıcaklık, basınç ortak iyon ve pH etkiler.

a) Sıcaklık Etkisi

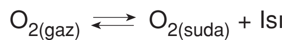
Katı maddelerin çözünürlüğü genellikle endotermiktir. Ancak ekzotermik olanları da bulunmaktadır. Endotermik olarak çözünen maddelerde minimum enerjili olma eğilimi çökelme lehinedir. Sıcaklık artırılırsa çözünürlük artar. Sıcaklık düşürülürse çökelme artar.



$$XY_{(k)} + Isı \rightleftharpoons X^{+}_{(aq)} + Y^{-}_{(aq)}$$

çözünme denkleminde minimum enerjili olma eğilimi çökelmeden, maksimum düzensizlik faktörü çözünmeden yanadır. Sıcaklık artırılırsa denge sağa kayar, çözünürlük artar ve iyonların derişimi artar.

Gazların sıvı maddelerin içindeki çözünürlüğü ekzotermiktir. Maksimum düzensizlik faktörü saf gazdan yana iken minimum enerjili olma eğilimi çözünmeden yanadır. Bundan dolayı sıcaklık artırılırsa çözünürlük azalır.



$$O_{2(gaz)} \rightleftharpoons O_{2(suda)} + Isı$$

Çözünme denkleminde minimum enerjili olma eğilimi çözünmeden yanadır. Maksimum düzensizlik faktörü saf O_2 gazından yanadır. Sıcaklık artırılırsa çözünürlük azalır.

Çözünürlük çarpımı $K_ç$, sıcaklıkla değişir. Bir maddenin çözünürlüğü endotermik ise sıcaklık arttıkça $K_ç$'nin sayısal değeri artar. Bir maddenin çözünürlüğü ekzotermik ise sıcaklık arttıkça $K_ç$'nin sayısal değeri küçülür.

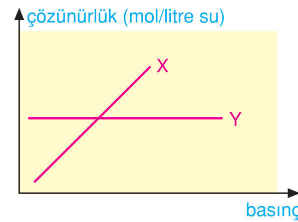
$\Delta H > 0$ ise T ↗ $K_ç$ ↗

$\Delta H < 0$ ise T ↗ $K_ç$ ↘

b) Basınç Etkisi

Katı ve sıvı maddelerin sudaki veya başka bir sıvıdaki çözünürlüğü basınçtan etkilenmez.

Gazların bir sıvıdaki veya sudaki çözünürlüğü basınçla doğru orantılıdır.



Grafikte verilen Y maddesi katı veya sıvıdır. X ise gazdır.

c) Maddenin Cinsi

İyonik maddeleri ve molekülleri polar olan maddeleri en iyi polar çözücüler çözer. Polar çözücülerin başında su gelir. Su molekülleri polardır. Yine su molekülleri arasında hidrojen bağı bulunmaktadır. İyonik bileşikler ve molekülleri polar olan moleküler maddeler suda çözünür. Su molekülleri ile hidrojen bağı yapabilen maddeler suda daha fazla çözünür.



$$CaCl_{2(k)} \longrightarrow Ca^{+2}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)}$$

Molekülleri apolar olan moleküler maddeler, molekülleri apolar olan çözücülerde çok çözünür. I_2 suda az çözünürken alkolde ve CCl_4 de çok çözünür. NaCl iyonik yapılıdır. NaCl tuzu CCl_4 de çözünmezken suda çok çözünür.

$K_ç$ değeri, iyonik bir katının çözünürlüğünü ifade eder ve bu değer küçüldükçe bileşiğin sudaki çözünürlüğü azalır. Bileşiklerin çözünürlüklerinin kıyaslanmasında $K_ç$ değerleri kullanılır. $K_ç$, maddenin cinsine bağlı bir değer olup sadece sıcaklığın değişmesi ile değişir.

d) Ortak İyon Etkisi

Bir maddenin çözünmek istediği ortamda daha önceden çözünmüş maddeler varsa, maddenin çözünürlüğünü etkileyebilir.

Önceden çözünmüş olan maddeler çözünmek istenen madde ile ortak iyon içermiyorsa çözünürlüğü etkilemez.Ortak iyon içeriyorsa ortak iyonun derişimi arttıkça çözünmek istenen maddenin çözünürlüğünü düşürür. Suda az çözünen bir tuzun çözünürlüğünün, ortak iyon içeren başka bir tuz yanında azalmasına ortak iyon etkisi denir.

ÖRNEK

KNO_3'ün, hacimleri ve sıcaklıkları eşit olan üç sıvıda çözünebilen miktarları aşağıdaki gibidir:

Arı su : m_1
Derişimi 1M olan KNO_3 çözeltisi : m_2
Derişimi 1M olan $NaNO_3$ çözeltisi : m_3

Buna göre m_1, m_2, m_3 arasında nasıl bir ilişki vardır?

A) $m_1 = m_2 = m_3$
B) $m_1 < m_2 = m_3$
C) $m_3 = m_2 < m_1$
D) $m_2 < m_1 < m_3$
E) $m_2 < m_3 < m_1$

(1989 ÖYS)

ÇÖZÜM

ÖRNEK

Sıcaklıkları, hacimleri ve molar derişimleri eşit olan aşağıdaki sulu çözeltilerden hangisinin içinde $NaNO_3$ en az çözünür?

A) NaCl
B) KCl
C) HNO_3
D) Na_2SO_4
E) H_2SO_4

ÇÖZÜM

Bir maddenin çözündüğü ortamda, yapısındaki iyonlardan herhangi birisi bulunuyorsa, o iyonun ortamdaki derişimiyle orantılı olarak, çözünürlüğü saf suya nispeten daha az olur.

ÖRNEK

$CaSO_4$ tuzunun aynı sıcaklıkta;

I. Saf su
II. 0,2M $Ca(NO_3)_2$ çözeltisi
III. 0,1M Na_2SO_4 çözeltisi

içerisinde çözünürlükleri arasındaki ilişki nedir?

($CaSO_4$ için $K_ç = 1,6.10^{-9}$)

A) I = II = III
B) I > II > III
C) I > III > II
D) I > II = III
E) I < II = III

ÇÖZÜM

ÖRNEK

Ag_2SO_4 katısının t°C'de çözünürlük çarpımı, $K_ç = 4.10^{-15}$ tir.

Ag_2SO_4 katısının t°C'de 0,04 M $AgNO_3$ çözeltisindeki çözünürlüğü kaç mol/litredir?

A) 4.10^{-13} B) $2,5.10^{-12}$ C) $2,5.10^{-11}$
D) 1.10^{-11} E) 4.10^{-11}

ÇÖZÜM

ÖRNEK

$Mg(OH)_2$ katısı için çözünürlük çarpımı, $K_ç = 4.10^{-12}$ dir.

Buna göre, $Mg(OH)_2$ in 0,01 M $Mg(NO_3)_2$ çözeltisindeki çözünürlüğü kaç mol/litredir?

A) 4.10^{-10} B) 2.10^{-10} C) 1.10^{-10}
D) 2.10^{-5} E) 1.10^{-5}

ÇÖZÜM

e) pH etkisi

Bir çözeltinin pH'ı, az çözünen bir tuzun çözünürlüğünü büyük ölçüde etkiler. Tuzun anyonu zayıf bir asitin eşlenik bazı ise veya OH^- bazının kendisi ise, pH'nın çözünürlük üzerine etkisi daha da önem kazanır. Asidik çözeltilerde $Mg(OH)_2$ katısı çok çözünür.

$Mg(OH)_{2(k)} \leftrightarrows Mg^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$ $K_1 = 1,8 . 10^{-13}$ ortam asidik olunca OH^- iyonları ile tepkime verir ve denge sağa kayar. Bazik anyonları olan az çözünen bileşiklerde asidik çözeltilerde daha çok çözünür. $ZnCO_3$, MgF_2 ve $Ca_2C_2O_4$ örnek verilebilir.

$Mg(OH)_2$ gibi az çözünen bazlar, orta ya da kuvvetli bazik çözeltilerde çözünmez.

1. $Zn(OH)_{2(k)} \rightleftharpoons Zn^{+2}_{(aq)} + 2OH^{-}_{(aq)}$ $\Delta H > 0$

Tepkimesi sulu ortamda dengede olup çözeltinin dibinde bir miktar $Zn(OH)_2$ katısı vardır.

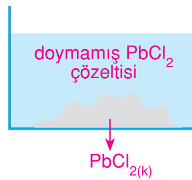
Aşağıdakilerden hangisi çözeltinin Zn^{+2} iyonu derişimini artırır?

I. Sıcaklığı artırmak
II. Ortama HCl eklemek
III. Katı $Zn(OH)_2$ eklemek
IV. Su eklemek

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve IV

ÇÖZÜM

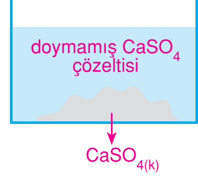
2. $PbCl_2$ tuzunun suda çözünmesi endotermiktir. **Buna göre şekildeki sistem ısıtılırsa, $PbCl_2$ katı miktar, Pb^{+2} derişimi ve düzensizlik değişimi için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?**



	$PbCl_{2(k)}$	$[Pb^{+2}]M$	Düzensizlik
A)	Artar	Artar	Artar
B)	Artar	Azalır	Azalır
C)	Artar	Azalır	Değişmez
D)	Azalır	Artar	Artar
E)	Azalır	Artar	Azalır

ÇÖZÜM

3. $CaSO_4$ katısının suda çözünmesi ekzotermiktir. **Buna göre şekildeki sistem soğutulursa çözeltideki Ca^{+2} iyonları derişimi ve $CaSO_4$ katısının çözünürlüğü nasıl değişir?**



	$[Ca^{+2}]M$	Çözünürlük
A)	Artar	Artar
B)	Artar	Değişmez
C)	Değişmez	Artar
D)	Değişmez	Azalır
E)	Azalır	Değişmez

ÇÖZÜM

4. **Aşağıdakilerden hangileri katıların sıvılardaki çözünürlüğünü değiştirir?**

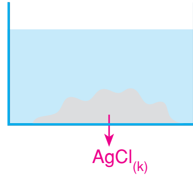
I. Çözüneni toz haline getirmek
II. Çözetiyi karıştırmak
III. Sıcaklığı değiştirmek
IV. Çözücünün türünü değiştirmek

A) I ve II B) I ve III C) III ve IV
D) I, II ve III E) II, III ve IV

ÇÖZÜM

5. Kaptaki çözeltiye aynı sıcaklıkta;

I. KCl katısı eklemek
II. $AgNO_3$ katısı eklemek
III. Su eklemek

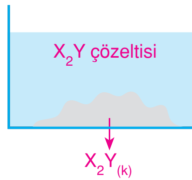


işlemleri uygulanıyor. **Hangileri Ag^+ iyonları derişimini artırır?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

ÇÖZÜM

6. Kaptaki çözeltinin sıcaklığı artırıldığında Y^{-2} iyonları derişimi artmaktadır. **Buna göre, sıcaklık artırıldığında;**



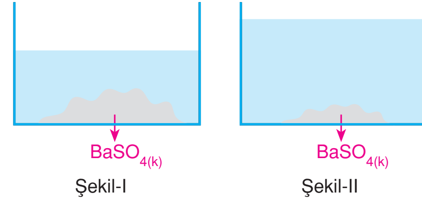
I. X_2Y katısının çözünürlüğü
II. X^{+1} iyonlarının derişimi
III. Dipteki X_2Y katısının kütlesi

niceliklerinden hangileri artar?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

ÇÖZÜM

7.



Şekil-I'deki çözeltiye aynı sıcaklık su eklendiğinde Şekil-II elde ediliyor. **Buna göre;**

I. Her iki durumda Ba^{+2} iyonları derişimi aynıdır.
II. İkinci durumda kaptaki iyonların mol sayıları daha fazladır.
III. İkinci durumda $BaSO_4$'ın çözünürlüğü daha fazladır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

ÇÖZÜM

8. $Fe(OH)_{3(k)} \rightleftharpoons Fe^{+3}_{(aq)} + 3OH^-_{(aq)}$

Çözeltisi katı ile dengededir. **Aynı sıcaklıkta;**

I. $Fe(OH)_{3(k)}$
II. $Fe(NO_3)_{3(k)}$
III. $HCl_{(g)}$

ayrı ayrı ilave edilirse, hangilerinde $Fe(OH)_3$ katısının çözünürlüğü azalır?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

ÇÖZÜM

9. Katısı ile dengede bulunan $Mg(OH)_2$ çözeltisine aynı sıcaklıkta $HCl_{(g)}$ ilave ediliyor. **Buna göre;**

I. $Mg(OH)_2$ katısının çözünürlüğü
II. Mg^{+2} iyonları derişimi
III. Çözeltinin pH'ı

özelliklerinden hangileri artar?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

10. AgCl'nın, hacimleri ve sıcaklıkları eşit olan üç sıvıda çözünebilen miktarlar (m) aşağıdaki gibidir.

Arı su : m_1
Değişimi 0,1M olan $FeCl_3$ çözeltisi : m_2
Derişimi 0,1M olan KCl çözeltisi : m_3

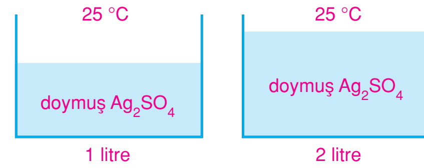
Buna göre m_1, m_2 ve m_3 arasında nasıl bir ilişki vardır?

A) $m_1 > m_2 > m_3$ B) $m_1 > m_2 = m_3$
C) $m_2 = m_2 > m_1$ D) $m_3 > m_2 > m_1$
E) $m_1 > m_3 > m_2$

ESEN YAYINLARI

ÇÖZÜM

11.



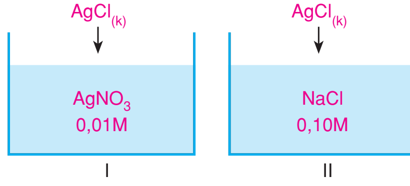
Yukarıdaki kaplarda Ag_2SO_4 doymuş çözeltileri bulunuyor. **Bu çözeltilere ilişkin;**

I. Ag^+ iyonları derişimleri aynıdır.
II. SO_4^{-2} iyonları mol sayıları eşittir.
III. Çözünmüş Ag_2SO_4 kütleleri eşittir.
IV. Ag_2SO_4 çözünürlükleri aynıdır.

ifadelerinden hangileri yanlış olur?

A) I ve II B) II ve III C) I ve IV
D) I, II ve III E) I, III ve IV

ÇÖZÜM

12. 

Şekildeki eşit hacimli çözeltilere aynı sıcaklıkta AgCl ilave edilerek çözülüyor.

Yeterli AgCl ilave edildiğine göre;

I. Çözünen AgCl kütlesi

II. Oluşan çözeltilere Ag^+ iyonları derişimi

III. AgCl tuzununu çözünürlüğü

niceliklerinden hangileri farklı olur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

13. BaF_2 tuzunun belirli bir sıcaklıkta çözünürlük çarpımı $K_ç = 3{,}2.10^{-5}$ dir.

Aynı sıcaklıkta 250 ml 0,01M KF çözeltisinde kaç mol BaF_2 çözünür?

A) 8.10^{-6} B) 2.10^{-2} C) 8.10^{-2}
D) 8.10^{-4} E) 2.10^{-4}

ÇÖZÜM

14. **1 litre 0,02M NaF çözeltisinde en çok kaç mol CaF_2 çözünebilir?** (CaF_2 için $K_ç = 4.10^{-11}$)

A) 10^{-7} B) 2.10^{-7} C) 4.10^{-8}
D) $1{,}6.10^{-8}$ E) $6{,}4.10^{-8}$

ÇÖZÜM

15. Belirli bir sıcaklıkta çözünürlük çarpımı $K_ç=8.10^{-5}$ olan Ag_2SO_4'ün $AgNO_3$ çözeltisi içindeki çözünürlüğü 5.10^{-4}M olarak bulunuyor.

Buna göre $AgNO_3$ çözeltisinin derişimi kaç M'dır?

A) 1.10^{-3} B) 4.10^{-2} C) 0,16
D) 0,2 E) 0,4

ÇÖZÜM

16. $Ba(OH)_2$ in 0,1 M KOH çözeltisindeki çözünürlüğü 2.10^{-3} M dir.

Buna göre, $Ba(OH)_2$ in bu sıcaklıktaki çözünürlük çarpımı, $K_ç$ kaçtır?

A) 2.10^{-4} B) 2.10^{-5} C) 4.10^{-4}
D) 4.10^{-7} E) 4.10^{-8}

ÇÖZÜM

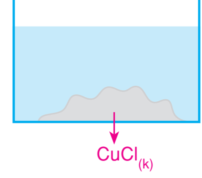
17. $CaSO_4$ katısının belli bir sıcaklıkta çözünürlük çarpımı $K_ç = 2,5.10^{-5}$ tir.

$CaSO_4$ katısının aynı sıcaklıkta 0,5M Na_2SO_4 çözeltisindeki çözünürlüğü kaç mol/litredir?

A) $2,5.10^{-5}$ B) 5.10^{-5} C) $2,5.10^{-4}$
D) 5.10^{-4} E) $2,5.10^{-3}$

ÇÖZÜM

18. Kaptaki çözeltiye aynı sıcaklıkta;



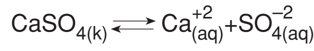
I. KCl katısı eklemek
II. $CuNO_3$ katısı eklemek
III. Su eklemek

işlemlerinden hangileri uygulandığında Cu^+ derişimi <u>artmaz</u>?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

19. $CaSO_4$ tuzunun çözünürlük denklemi;



$CaSO_{4(k)} \rightleftharpoons Ca^{+2}_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$

$\Delta H > 0$ dır.

$CaSO_{4(k)}$

Buna göre;

I. Çözeltiye aynı sıcaklıkta dipteki katının yarısını çözecek kadar su eklemek
II. Sıcaklığı artırmak
III. Aynı sıcaklıkta katı K_2SO_4 katısı eklemek

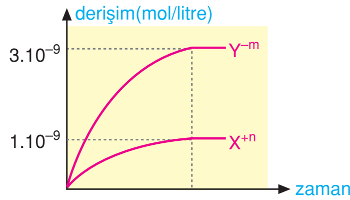
işlemleri ayrı ayrı uygulanıyor.

Yeniden denge kurulduğunda Ca^{+2} iyonları derişimi için hangisi doğru olur?

	I	II	III
A)	Artar	Artar	Değişmez
B)	Değişmez	Artar	Azalır
C)	Değişmez	Artar	Artar
D)	Azalır	Değişmez	Azalır
E)	Değişmez	Azalır	Azalır

ÇÖZÜM

20.



X_mY_n katısının suda çözünmesiyle doymuş çözelti hazırlanırken iyonların derişim değişimi grafikte veriliyor. **Buna göre;**

I. Bileşiğin formülü XY_3 tür.

II. X_mY_n katısının çözünürlük çarpımı $2,7.10^{-35}$ tir.

III. Sıcaklık artırılırsa $K_ç$ sabit değişmez.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

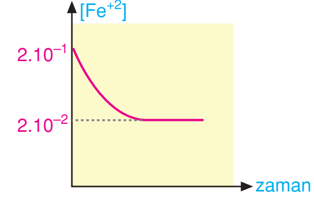
ÇÖZÜM

21. **0,8M $AgNO_3$ çözeltisinin kaç litresine 10^{-9} mol katı $MgCl_2$ eklendiğinde doymuş AgCl çözeltisi olur?** (AgCl için $K_ç = 4.10^{-10}$)
(Katı madde hacmi etkilemiyor.)

A) 0,25 B) 2 C) 2,5 D) 4 E) 5

ÇÖZÜM

22.



Fe^{+2} iyonları içeren $Fe(NO_3)_2$ çözeltisine katı KBr eklenerek $FeBr_2$ katısının çökmesi sağlanıyor. **Fe^{+2} iyonları molar derişiminin zamanla değişimi grafikteki gibi olduğuna göre, dengede Br^- iyonları derişimi kaç molar olur?**
($FeBr_2$ için $K_ç = 8.10^{-6}$)

A) 1.10^{-4} B) 4.10^{-4} C) 2.10^{-3}
D) 2.10^{-2} E) 4.10^{-2}

ÇÖZÜM

23. 0,04M $Pb(NO_3)_2$ çözeltisine eşit hacimde 0,04M Na_2CrO_4 çözeltisi karıştırılıyor.

Çökelme tamamlandıktan sonra,

I. Na^+ iyonları derişimi 0,04M olur.

II. Pb^{+2} iyonları derişimi 0,02M olur.

III. CrO_4^{-2} iyonları derişimi 2.10^{-7}M olur.

yargılarından hangileri doğru olur?

($PbCrO_4$ için $K_ç = 4.10^{-14}$)

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

24. 0,01M Na_2CO_3 çözeltisinin 1 litresinde en fazla 10^{-5} mol Ag_2CO_3 katısı çözünebiliyor. Katı maddenin hacime etkisi yoktur.

Buna göre, Ag_2CO_3 ün saf sudaki çözünürlüğü kaç M'dır?

A) 1.10^{-4} B) 2.10^{-4} C) 4.10^{-4}
D) 2.10^{-3} E) 4.10^{-3}

ÇÖZÜM

25. 100 ml 0,25 M $Ca(NO_3)_2$ çözeltisi ile 200 ml 0,125M Na_2SO_4 çözeltisi karıştırılıyor. **Karışımdaki SO_4^{-2} iyonları derişimi kaç molar olur?**

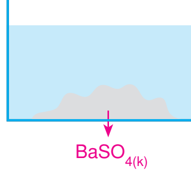
($CaSO_4$ için $K_ç = 6,4.10^{-5}$)

A) $1,6.10^{-4}$ B) $1,2.10^{-3}$ C) 8.10^{-3}
D) 2.10^{-2} E) 4.10^{-2}

ÇÖZÜM

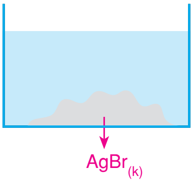
1. $Mg(OH)_{2(k)} \rightleftharpoons Mg^{+2}_{(aq)} + 2OH^{-}_{(aq)}$ $\Delta H > 0$
Çözünürlük dengesi yukarıdaki gibi olan $Mg(OH)_2$ katısının doymuş çözeltisinde kabın dibinde bir miktar katı $Mg(OH)_2$ vardır.
I. Ortamın sıcaklığını artırmak
II. Ortama H^+ iyonu eklemek
III. Ortama bir miktar Mg^{+2} iyonu eklemek
işlemlerinden hangileri uygulanırsa dipteki $Mg(OH)_2$ katısı çözünür?

2. $BaSO_{4(k)} \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$ $\Delta H > 0$
Dengede bulunan çözeltiye;



I. Aynı sıcaklıkta bir miktar katı çözününceye kadar su eklemek
II. Sıcaklık artırmak
III. Aynı sıcaklıkta katı Na_2SO_4 eklemek
işlemleri ayrı ayrı uygulanıyor.
Yeniden denge kurulduğunda Ba^{+2} iyonları derişimi nasıl değişir?

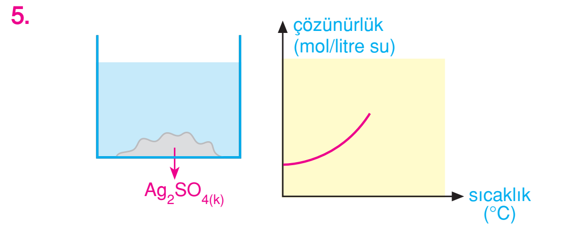
3. **Kaptaki çözeltiye sabit sıcaklıkta;**



a) $AgBr_{(k)}$ eklemek
b) Dipteki katının yarısını çözecek kadar su ilave etmek
c) $NaBr_{(k)}$ eklemek
işlemleri yapıldığında Ag^+ derişimi nasıl değişir?

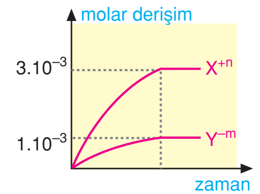
4. $SrF_{2(k)} \rightleftharpoons Sr^{+2}_{(aq)} + 2F^{-}_{(aq)}$ $\Delta H > 0$
çözeltisi dengede iken;
a) Sıcaklığı artırmak
b) Çözeltiye $NaF_{(k)}$ ekleyip çözmek
işlemleri ayrı ayrı uygulanırsa SrF_2 katısının çözünürlüğü nasıl etkilenir?

5.

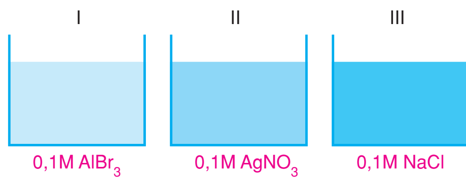


Çözünürlük grafiği verilen kaptaki çözelti için;
I. Sıcaklık artırılırsa düzensizlik artar.
II. Doymuştur.
III. Sabit sıcaklıkta su ilave edilirse çözünürlük artar.
ifadelerinden hangileri doğrudur?

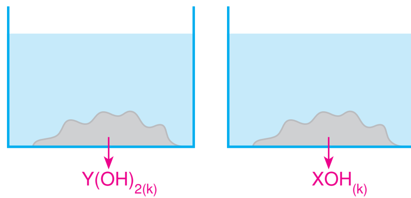
6. X_mY_n katısının suda çözünmesi endotermiktir. X_mY_n katısı suda çözünerek hazırlanan doymuş çözeltideki iyon derişimleri değişimi grafikte verilmiştir. **Buna göre, bileşiğin formülü nedir?**



7. Suda az çözünen AgCl katısının doymuş çözeltisine dipte katı madde bulunmaktadır. Sabit sıcaklıkta bir miktar KCl katısı ilave edilip çözülüyor.
Çözünme sonucunda;
I. Dipteki katı maddenin kütlesi artar.
II. Ag^+ iyonları derişimi azalır.
III. Cl^- iyonları derişimi azalır.
ifadelerinden hangileri doğru olur?

8. 

Suda az çözünen AgBr katısının, hacimleri ve sıcaklıkları eşit olan yukarıdaki üç sıvıda çözünebilen miktarları sırasıyla m_1, m_2 ve m_3'tür.
Buna göre m_1,m_2 ve m_3 arasındaki ilişki nedir?

9. 

Kaplarda aynı sıcaklıkta $Y(OH)_2$ ve XOH katılarının doymuş çözeltileri bulunmaktadır **X^+ ve Y^{+2} iyonlarının derişimleri eşit olduğuna göre,**
I. Çözeltilerin aynı dış basınçta donma sıcaklıkları
II. XOH ve $Y(OH)_2$ katılarının çözünürlüğü
III. OH^- iyonlarının molar derişimi
niceliklerinden hangileri farklıdır?

10. I. Saf su
II. 1M $AgNO_3$ çözetisi
III. 1M $MgBr_2$ çözeltisi
Gümüş bromürün (AgBr) yukarıda verilen sıvılardaki çözünürlüğü arasında nasıl bir ilişki vardır?

11. I. Sıcaklığın artırılması
II. Ortak iyonun varlığı
III. Basıncın artırılması
Yukarıdakilerden hangileri, bir bileşiğin sudaki çözünürlüğünü kesinlikle azaltır?

12. $Fe(OH)_{2(k)} \rightleftharpoons Fe^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$
Çözeltisi katı madde ile dengede iken, sabit sıcaklıkta şu işlemler uygulanıyor.
I. Ortama $HCl_{(g)}$ eklemek
II. Ortama su eklemek
III. Ortama $NaOH_{(k)}$ eklemek
Bu işlemlerden hangilerinde Fe^{+2} derişimi kesinlikle azalır?

13. **Belirli bir sıcaklıkta çözünürlük çarpımı 4.10^{-12} olan CuI tuzunun;**

a) Saf sudaki çözünürlüğü kaç mol/litredir?

b) 2M KI çözeltisindeki çözünürlüğü kaç mol/litredir?

c) 2 litre 0,5M $CuNO_3$ çözeltisinde kaç mol çözünür?

14. **Çözünürlük çarpımı 4.10^{-15} olan $Pb(OH)_2$ bileşiğinin,**

a) 0,1M $Pb(NO_3)_2$ çözeltisindeki çözünürlüğü nedir?

b) 0,1M KOH çözeltisindeki çözünürlüğü nedir?

15. CaF_2 katısının belirli bir sıcaklıkta çözünürlük çarpımı $K_ç = 4.10^{-11}$ dir. **Buna göre,**

a) CaF_2 tuzunun 0,2M NaF çözeltisindeki çözünürlüğü kaç mol/litredir?

b) 0,1M 2 litre $Ca(NO_3)_2$ çözeltisinde en çok kaç mol CaF_2 katısı çözünür?

16. $BaSO_4$ katısının belirli sıcaklıkta saf sudaki çözünürlüğü 2.10^{-5} mol/litredir. **Buna göre,**

a) $BaSO_4$ katısının çözünürlük çarpımı $K_ç$ nedir?

b) $BaSO_4$ katısının 0,02M Na_2SO_4 çözeltisindeki çözünürlüğü kaç mol/litredir?

17. **$PbCl_2$ katısının NaCl çözeltisindeki çözünürlüğünün 4.10^{-4} olması için NaCl çözeltisinin derişimi kaç mol/litre olmalıdır?**
($PbCl_2$ için $K_ç = 1{,}6.10^{-5}$]

18. 0,8 mol PbI_2 katısı üzerine 4 litre su ekleniyor ve çözeltide,

$$PbI_{2(k)} \rightleftarrows Pb^{+2}_{(aq)} + 2I^{-}_{(aq)}$$

dengesi kuruluyor. Daha sonra kaba 2 litre 1,5M NaI çözeltisi ekleniyor. Denge yeniden kuruluyor.
Buna göre,

a) İlk başta kaç mol PbI_2 katısı çözünmüştür?

b) Son çözeltide Pb^{+2} iyonları derişimi kaç mol/litredir? (PbI_2 için $K_ç = 4.10^{-9}$)

19. 2.10^{-3}M, 200 ml $BaCl_2$ çözeltisine 1.10^{-3}M, 300 ml Na_2SO_4 çözeltisi karıştırılıyor.
Çökelme tamamlandıktan sonra,
a) Ba^{+2} iyonları derişimi kaç mol/litre olur?
b) SO_4^{-2} iyonları derişimi kaç mol/litre olur?
($BaSO_4$ için $K_ç = 10^{-10}$)

20. CaF_2 tuzunun belirli bir sıcaklıkta çözünürlük çarpımı 4.10^{-11} dir. 0,2M $Ca(NO_3)_2$ çözeltisine eşit hacimde 0,2M NaF çözeltisi karıştırılıyor.
Çökelme tamamlandıktan sonra,
a) Ca^{+2} iyonları derişimi kaç mol/litre olur?
b) F^- iyonları derişimi kaç mol/litre olur?

21. MgF_2 katısının çözünürlük çarpımı 6.10^{-9} dur. 2.10^{-3}M NaF çözeltisine eşit hacimde $Mg(NO_3)_2$ çözeltisi ilave ediliyor.
Çökelmenin başlaması için $Mg(NO_3)_2$ çözeltisinin derişimi en az kaç M olmalıdır?

22. $CaSO_4$ katısının çözünürlük çarpımı $6,4.10^{-5}$ tir. 100 ml, 0,45M $Ca(NO_3)_2$ ile 200 ml, 0,15M Na_2SO_4 çözeltileri karıştırılıyor. **Karışımdaki,**
a) Ca^{+2} derişimi kaç M olur?
b) SO_4^{-2} derişimi kaç M olur?

23.



Yukarıdaki üç kapta bulunan iyonların molar derişimleri birbirine eşit olup, 1.10^{-2}M dır.
Bu üç çözeltiye 4.10^{-4} mol katı Na_2SO_4 ilave ediliyor. Hangi kaplarda çökelme olur?
($CaSO_4$ için $K_ç = 6.10^{-5}$ $RaSO_4$ için $K_ç = 4.10^{-11}$
$PbSO_4$ için $K_ç = 1,2.10^{-8}$)

24. 4.10^{-3}M NaCl çözeltisinin 100 ml'sine 300 ml $AgNO_3$ çözeltisi karıştırılıyor.
Çökelmenin başlaması için, $AgNO_3$ çözeltisinin derişimi en az kaç M olmalıdır?
(AgCl için $K_ç = 1,8.10^{-10}$)

25. **0,5M NaBr çözeltisinin 200 litresinde kaç mol CuBr çözünür?** (CuBr için $K_ç = 4.10^{-8}$)

26. 1 litre 2.10^{-5}M $AgNO_3$ çözeltisi ile 1 litre 6.10^{-5}M NaOH çözeltisi karıştırılıyor. **Buna göre,**
a) Kaç mol AgOH çöker?
b) Ag^+ iyonları derişimi kaç mol/litre olur?
c) Na^+ iyonları derişimi kaç mol/litre olur?
(AgOH için $K_ç = 2.10^{-12}$)

ESEN YAYINLARI

KOMPLEKS OLUŞUM DENGELERİ

1. LEWİS ASİT BAZ KAVRAMI
2. KOMPLEKS OLUŞUM – AYRIŞMA DENGELERİ
3. KOMPLEKSLERİN ÖNEMİ

Bir maddenin taneciklerinin (molekül, atom veya iyon) başka bir maddenin tanecikleri arasına homojen dağılmasına çözünme denir. Elde edilen karışıma ise çözelti denir. Dünyanın en büyük çözeltileri atmosfer ve denizlerdir. Bir çok göl veya ırmaklar da çözeltilere örnek verilebilir. Yaşamın en önemli kaynağı olan içme suyu bir çözeltidir. İçme suyunda birçok maddenin çözünmesi ile oluşan katyonlar ve anyonlar bulunuyor. Deniz suyunda bulunan bazı anyon ve katyonların 1 litredeki kütlesi;

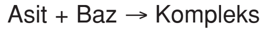
Anyonlar ve katyonlar	1 litredeki kütlesi (gram)
Cl^-	19
Br^-	0,065
HCO_3^-	0,028
SO_4^{-2}	0,89
Na^+	10,5
Mg^{+2}	1,35
Ca^{+2}	0,40
K^+	0,38

5. BÖLÜM

KOMPLEKS OLUŞUMU DENGELERİ

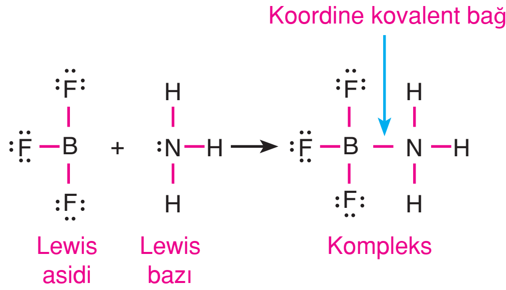
1. LEWIS ASİT - BAZ KAVRAMI

Lewis'e göre koordine kovalent bağ oluşması sırasında ortaklanmamış elektron çifti verebilen atom, molekül veya iyonlar baz, elektron çifti alabilenler ise asittir. Lewis asidi ve bazın birleşmesinden meydana gelen ürün, kompleks olarak adlandırılır.


Asit + Baz → Kompleks

Lewis asidinde, bazın elektron çiftini kabul edebilecek boş bir orbitalin bulunması gerekir.

Koordine kovalent bağ, her iki elektronun aynı atomdan geldiği bağ türüdür.



NH_3 elektron çifti verdiği için Lewis baz, BF_3 de bu elektron çiftini aldığı için bir Lewis asididir.

Lewis asit-baz tepkimelerine metal oksitler ve ametal oksitlerin vermiş oldukları tepkimeler gösterilebilir. Önce oksitler hakkında genel bilgiler verilebilir.

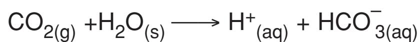
Elementlerin oksijenle tepkimesi sonucunda oluşan Na_2O, CaO, SO_3, N_2O_5 gibi bileşiklere **oksit** denir. Her oksijen içeren bileşik oksit değildir.

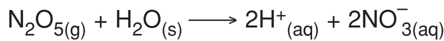
OF_2, $CaCO_3$, $Al(OH)_3$ gibi maddeler oksit değildir.

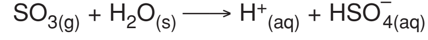
• Asidik Oksitler

Ametallerin oksitleri asidik özellik gösterir. Moleküllerinde birer oksijen atomu içeren oksitler hariç ametal oksitlerin sulu çözeltileri asidik özellik gösterir. CO, NO, N_2O nötrdür.

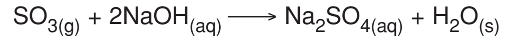
CO_2, SO_3, N_2O_3, P_2O_3, N_2O_5 gibi oksitler asidik oksittir.


$$CO_{2(g)} + H_2O_{(s)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + HCO^-_{3(aq)}$$


$$N_2O_{5(g)} + H_2O_{(s)} \longrightarrow 2H^+_{(aq)} + 2NO^-_{3(aq)}$$


$$SO_{3(g)} + H_2O_{(s)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + HSO^-_{4(aq)}$$

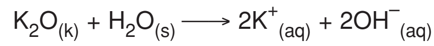
Asidik oksitler baz çözeltileriyle tepkime vererek tuz ve su oluşturur.

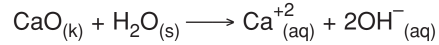

$$SO_{3(g)} + 2NaOH_{(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + H_2O_{(s)}$$

Asidik oksitler asit çözeltileriyle tepkime vermez.

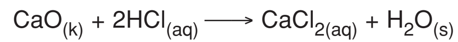
• Bazik Oksitler

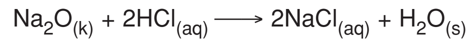
Metal oksitlerin sulu çözeltileri bazik özellik gösterdiğinden, metal oksitlere **bazik oksit** denir.


$$K_2O_{(k)} + H_2O_{(s)} \longrightarrow 2K^+_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$$


$$CaO_{(k)} + H_2O_{(s)} \longrightarrow Ca^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$$

Bazik oksitler baz çözeltileriyle tepkime vermez. Bazik oksitler asit çözeltileriyle tepkime verir.

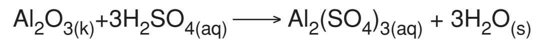

$$CaO_{(k)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow CaCl_{2(aq)} + H_2O_{(s)}$$


$$Na_2O_{(k)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(s)}$$

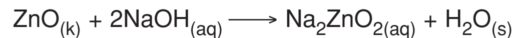
• Amfoter Oksitler

Kuvvetli asitler karşısında zayıf baz, kuvvetli bazlar karşısında zayıf asit özelliği gösteren ZnO, Al_2O_3, Cr_2O_3, PbO ve SnO gibi oksitlere **amfoter oksitler** denir.

Amfoter oksitler suda çözünmezler. Amfoter oksitler asit çözeltileriyle tepkime verirler.


$$Al_2O_{3(k)} + 3H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow Al_2(SO_4)_{3(aq)} + 3H_2O_{(s)}$$

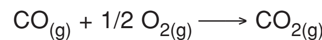
Amfoter oksitler kuvvetli baz çözeltileriyle tepkime verirler.

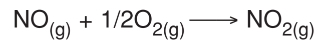

$$ZnO_{(k)} + 2NaOH_{(aq)} \longrightarrow Na_2ZnO_{2(aq)} + H_2O_{(s)}$$

• Nötr Oksitler

CO, NO, N_2O nötr oksitlerdir. Asit ve baz çözeltileriyle tepkime vermezler.

CO ve NO yanar. Yanma sonucu asidik oksit oluşur.

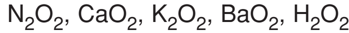

$$CO_{(g)} + 1/2\ O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$$


$$NO_{(g)} + 1/2O_{2(g)} \longrightarrow NO_{2(g)}$$

N_2O yanmaz. Yakıcı özellik gösterir.

• **Peroksitler**

O_2'nin –2 değerlik taşıdığı oksitlerdir. Diğer bir tanımla oksijen atomunun (–1) değerlik taşıdığı oksitlerdir.



H_2O_2 renk açıcı ve dezenfektan olarak kullanılır.

ÖRNEK

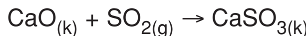
CO_2, CO ve He gazlarından oluşan bir gaz karışımının 20 litresi NaOH sulu çözeltisinden geçirilince hacim 4 litre azalıyor.

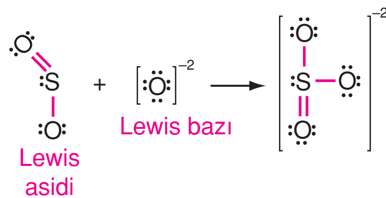
Geriye kalan karışımı yakmak için 4 litre O_2 gazı harcandığına göre, karışımdaki He gazının molekül yüzdesi nedir?

A) 20 B) 25 C) 40 D) 60 E) 80

ÇÖZÜM

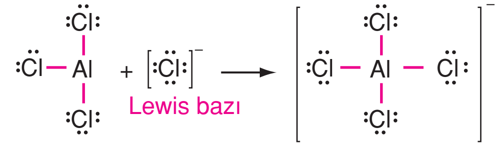
CaO in SO_2 ile verdiği tepkime Lewis asit-baz tepkimelerine örnek verilebilir.

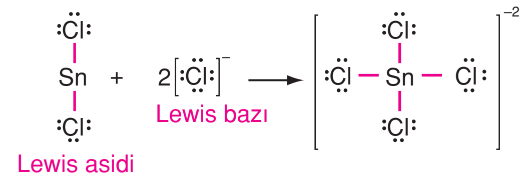


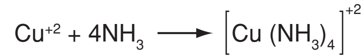


Lewis asitleri, oktetleri tamamlanmamış olan atom ya da molekülleri de kapsar.





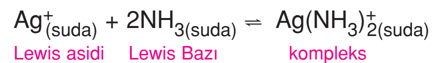




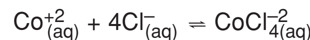
Baz bir çekirdeğe elektron çifti verdiğinden nükleofilik (çekirdek seven) adı verilir. Bazların katıldığı yer değiştirme tepkimeleri nükleofilik yer değiştirme tepkimeleridir. Lewis asitleri bir bazla olan tepkimelerinde elektron çifti aldıkları için elektrofilik (elektron seven) adı verilir.

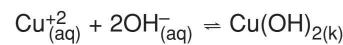
2. KOMPLEKS OLUŞUM - AYRIŞMA DENGELERİ

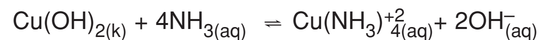
Çözünme dengesindeki bir iyonun kompleks oluşturması da dengeyi etkiler ve çözünürlüğü artırır. Kompleksler Lewis asit ve bazlarının etkileşmesi sonucu oluşur. Metal katyonları Lewis asidi olarak görev yapar. Metal Katyonu Lewis bazı ile birleşir.



Böylece, kompleks iyonu, bir veya daha fazla molekül veya iyona bağlanmış merkezi bir metal katyonu içeren iyon olarak tanımlanabilir. Kompleks iyonlar, pek çok kimyasal ve biyolojik olayda önemli rol oynar. Geçiş metallerinin kendilerine özgü kompleks iyonlar oluşturma eğilimleri vardır.

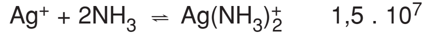


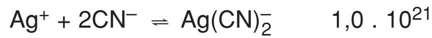


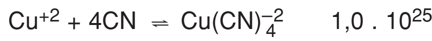


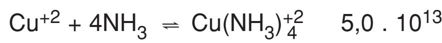
Kompleks iyonlarının oluşumu çözünürlüğü arttırır.

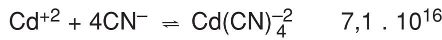
Kompleks oluşumuna ilişkin denge sabitine **oluşum sabiti** denir ve K_{ol} ile gösterilir. K_{ol} sabiti, bir metal katyonunun belirli bir kompleksi oluşturma eğiliminin ölçüsüdür. K_{ol} değerinin büyük olması kompleks iyonunun kararlı olduğunu gösterir.

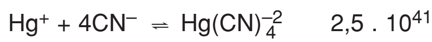

$Ag^{+} + 2NH_3 \rightleftharpoons Ag(NH_3)_2^{+}$ $\quad 1,5 \,.\, 10^{7}$


$Ag^{+} + 2CN^{-} \rightleftharpoons Ag(CN)_2^{-}$ $\quad 1,0 \,.\, 10^{21}$


$Cu^{+2} + 4CN \rightleftharpoons Cu(CN)_4^{-2}$ $\quad 1,0 \,.\, 10^{25}$


$Cu^{+2} + 4NH_3 \rightleftharpoons Cu(NH_3)_4^{+2}$ $\quad 5,0 \,.\, 10^{13}$


$Cd^{+2} + 4CN^{-} \rightleftharpoons Cd(CN)_4^{-2}$ $\quad 7,1 \,.\, 10^{16}$


$Hg^{+} + 4CN^{-} \rightleftharpoons Hg(CN)_4^{-2}$ $\quad 2,5 \,.\, 10^{41}$

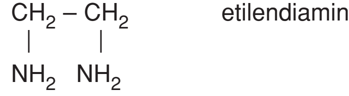
Kompleks oluşumları sonucu tuzların çözünürlüğü artar.

Bir kompleks, bir lewis asidi (metal atomu veya iyonu) ve birkaç lewis bazı (Ligantlar) arasında oluşur.

Bir metal kompleksi, ligant olarak adlandırılan belli sayıda molekül veya iyonun bir merkez atomuna veya iyonuna bağlanmasıyla oluşur. Belli sayı tipik olarak dört veya altıdır. Örneğin $[Fe(CN)_6]^{-4}$ kompleks iyonunda olduğu gibi. Bir kompleks her ligant en azından bir tane ortaklanmamış elektron çiftine sahiptir ve bu elektron çifti ile koordine kovalent bağ oluşturarak merkez atomu veya iyonuna bağlanır. Ligantlar kompleks oluşturduğunda metale koordine olurlar. Koordinasyon bileşikleri, koordine kovalent bağlı bileşiklerdir. $Ni(CO)_4$ de olduğu gibi elektriksel nötral kompleksleri ve $K_4[Fe(CN)_6]$ gibi, en az bir iyonu kompleks olan iyonik bileşikleri kapsar. Çoğunlukla köşeli paranteze alınan bir komplekste, ligantlar, merkez atomu içeren koordinasyon küresi oluşturmak üzere, doğrudan merkez iyonuna bağlanırlar. Ligantların merkez metal atomuna bağlanan sayısına koordinasyon sayısı denir. $[Ni(CO)_4]$ de koordinasyon sayısı 4, $[Fe(CN)_6]^{-4}$ de 6 dır.

Nötral Ligantlar

H_2O	aqua
NH_3	amin
NO	nitrosil
CO	karbonil


$CH_2 - CH_2$ / NH_2 NH_2 — etilendiamin

Anyonik Ligantlar

F^{-}	flora
Cl^{-}	kloro
Br^{-}	bromo
I^{-}	iyodo
OH^{-}	hidrokso
O^{-2}	okso
CN^{-}	siyano
CO_3^{-2}	karbonato
$C_2O_4^{-2}$	okzalato
NO_2^{-}	nitrito

3. KOMPLEKSLERİN ÖNEMİ

Koordinasyon bileşikleri hayvan ve bitkilerde önemli bir rol oynar. Bu bileşikler; oksijen taşınmasında ve depolanmasında ve de elektron aktarım ajanları ve katalizör olarak fotosentez için gereklidir.

Hemoglobin metabolik işlemlerde oksijen taşıyıcı olarak görev yapar. Molekül, adına alt birimler denilen dört kollu uzun zincirler içerir. Hemoglobin kanda oksijeni akciğerlerden dokulara taşır ve orada oksijeni miyoglobine bırakır. Sadece bir alt birimden oluşmuş olan miyoglobin oksijeni kaslardaki metabolik işlemler için kullanılır.

Bilim adamları 1960 ların ortalarında, bazı kanser türlerinin tedavisinde etkili bir ilaç olan cisplatin'i keşfettiler. Cisplatin bir komplekstir.

Modern kimyasal araştırmaların büyük bir kısmı, komplekslerin yapıları, özellikleri ve kullanışlarıyla ilgilidir. Kompleksler bir çok biyolojik reaksiyonlara da katılır. Sözgelimi, hemoglobin bir demir kompleksi, B_{12} vitamini ise bir kobalt kompleksidir. d-metal kompleksleri genel olarak parlak renklere sahiptir ve manyetiktir. Ayrıca, güneş enerjisi dönüşümü, atmosferik azot bağlanması ve eczacılık araştırmaları için çok önemlidirler. Kompleksler katalizör, boya ve iyon çözücüsü olarak ayrıca analizlerde, metal kaplamacılığında ve fotoğrafçılıkta kullanılırlar.

TİTRASYON

1. TESİR DEĞERİ VE EŞDEĞER KAVRAMI
2. TİTRASYON VE HESAPLAMALARI

Her nefes alışımızda oksijen alyuvarlarımız tarafından alınır ve kan dolaşımı yoluyla hücrelere taşınır. Alyuvarlar ve akyuvarlar plazma içinde atardamarlarımız, kılcal damarlarımız ve toplar damarlarımız yoluyla bütün vücudu dolaşır. Plazma, tuzların, şekerlerin, diğer besin maddelerinin ve metabolizma atıklarının sudaki çözeltisidir.

Birçok tuz suda az çözünür. Tuzların suda ne kadar çözündüğü bilinirse, çökelek oluşumu kontrol edilebilir ve çökelme olayı, laboratuvarda, karışımları ayırmak için kullanılabilir. Çözünürlük hesapları, denge ile ilgili kuralların uygulanmasından ibarettir. Tuz, suda ister az ister çok çözünsün, doygun tuz çözeltisinde, tuz ile çözünmüş iyonları her zaman dengededir.

6. BÖLÜM

1. TESİR DEĞERİ VE EŞDEĞER KAVRAMI

a) Tesir Değeri

Çözeltilerde çözünen maddenin tesir değerliği, söz konusu maddenin girdiği tepkimeye bağlıdır.

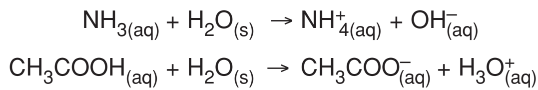
* Asitlerin tesir değeri, bir molekülün verebileceği H^+ iyonu sayısına eşittir.

* Organik (karboksilli) asitlerde karboksil (COOH) sayısı değerliği belirler.

Asidin Adı	Asidin Formülü	Tesir Değeri
Hidroklorik asit	HCl	1
Nitrik asit	HNO_3	1
Sülfürik asit	H_2SO_4	2
Fosforik asit	H_3PO_4	3
Asetik asit	CH_3COOH	1
Okzalik asit	COOH – COOH	2

* Bazların tesir değeri, bir formül biriminin verebileceği OH^- iyonu sayısına eşittir. Organik bazlarda veya amonyak türevlerinde ortamdan aldıkları proton sayısı olarak tanımlanabilir.

Bazın Adı	Bazın Formülü	Tesir Değeri
Sodyum hidroksit	NaOH	1
Baryum hidroksit	$Ba(OH)_2$	2
Alüminyum hidroksit	$Al(OH)_3$	3
Amonyak	NH_3	1
Metil amin	$CH_3 - NH_2$	1



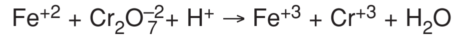
$$NH_{3(aq)} + H_2O_{(s)} \rightarrow NH^+_{4(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

$$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(s)} \rightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

* Tuzların tesir değeri, toplam katyon yüküne eşittir. Suda çözününce ortama verdikleri katyonların veya anyonların toplam yüküne eşittir.

Tuzun Adı	Tuzun Formülü	Tesir Değeri
Sodyum klorür	NaCl	1
Baryum nitrat	$Ba(NO_3)_2$	2
Alüminyum sülfat	$Al_2(SO_4)_3$	6
Amonyum klorür	NH_4Cl	1
Amonyum sülfat	$(NH_4)_2SO_4$	2
Sodyum fosfat	Na_3PO_4	3

* Redoks tepkimelerinde giren maddelerin tesir değeri, formül birim başına alınan veya verilen elektron sayısına eşittir.



$$Fe^{+2} + Cr_2O_7^{-2} + H^+ \rightarrow Fe^{+3} + Cr^{+3} + H_2O$$

Denkleminde $Cr_2O_7^{-2}$ deki Cr^{+6} iyonları Cr^{+3} iyonlarına dönüşürken toplam 6 elektron almıştır. Tesir değeri 6 dır.

Tesir değeri z ile gösterilir. Asit ve bazların kuvvetliliğinin tesir değeri ile bir ilişkisi yoktur.

b) Eşdeğer gram

Bir elementin eşdeğer gramı, 1,008 gram Hidrojen ile birleşebilen miktarıdır. Bu da elementin 1 mol elektron alabilen veya verebilen miktarıdır.

Bu tanım atom, molekül ve iyon gibi bütün türleri kapsamaktadır. Bir maddenin mol kütlesinin tesir değerine bölümü o maddenin eşdeğer gramını verir.

Madde	Madde Türü	Tesir Değeri	Eşdeğer gramı
HCl	Asit	1	36,5 / 1 = 36,5 g
H_2SO_4	Asit	2	98 / 2 = 49 g
NaOH	Baz	1	40 / 1 = 40 g
$Ca(OH)_2$	Baz	2	74 / 2 = 37 g
H_3PO_4	Asit	3	98 / 3 = 32,6 g
Al_2S_3	Tuz	6	150 / 6 = 25 g
$Al_2(SO_4)_3$	Tuz	6	342 / 6 = 57 g
$CaBr_2$	Tuz	2	200 / 2 = 100 g

3. TİTRASYON VE HESAPLAMALARI

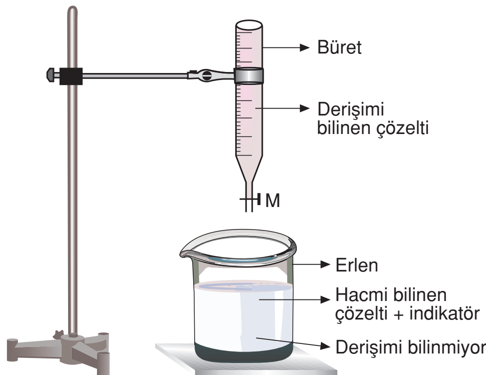
a) TİTRASYON

Bir çözeltinin derişiminin tayin edilmesi durumlarında, tepkimede oluşan ürünler değil, reaktifler arasındaki ilişki önemlidir. Bundan dolayı tepkime, reaktiflerin stokiyometrik bakımından eşit miktarlarıyla yürütülür ve ortamda hiç birinin fazlası kalmaz. Bir çözeltinin derişimini tayin etmek için kullanılan bu yönteme titrasyon denir.

Reaktiflerden birinin bir çözeltisinin belli bir miktarı küçük bir behere ya da erlene konulur. Yine çözelti halindeki bir reaktif de, ucunda musluğu olan derecelendirilmiş uzun bir cam borudan ibaret olan bürete konur. Musluk elle kontrol edilerek, ikinci çözelti birinci çözeltiye yavaş yavaş eklenir.

Bir çözeltinin diğerine dikkatli ve kontrollü bir biçimde eklenmesi ile oluşturulan tepkimeye titrasyon adı verilir. İşin püf noktası, titrasyonu, her iki reaktifin de tükendiği noktada durdurmaktır. Bu noktaya titrasyonun eşdeğerlik noktası denir. Bir titrasyonda eşdeğerlik noktasına ulaşıldığını gösteren yollara gereksinim vardır. Bu iş genellikle ölçüm aletleri ile yapılır. Yaygın olarak eşdeğer noktasında ya da buna çok yakın noktada renk değiştiren bir maddenin ortama çok az miktarda eklenmesidir. Böyle maddelere indikatör denir.

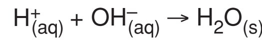
Derişimi bilinen bir çözeltinin analizi yapılan madde (analit) ile tepkimeye giren miktarının belirlenmesine dayanan kanitatif analiz metodudur. Titrasyon işleminde, derişimi bilinen çözelti, büret denilen bir cam düzenekten derişimi bilinmeyen çözeltinin üzerine yavaş yavaş ilave edilir.



Titrasyon, indirgenme-yükseltgenme tepkimeleri, asit-baz tepkimeleri, kompleks oluşum tepkimeleri, çöktürme tepkimeleri olarak dört bölümde kullanılır ve incelenir.

Asit - Baz Titrasyonları

Asit-baz nötrleşme tepkimelerine dayanan miktar tayinleri titrasyon yöntemi ile yapılır. Titrasyon deneyinde, ilk olarak miktarı bilinen madde erlene konur. Daha sonra, büretteki çözelti, miktarı bilinen çözeltinin üzerine eşdeğerlik noktasına kadar kontrollü olarak eklenir. Eşdeğerlik noktası asidin baz ile tamamen tepkimeye girdiği ya da nötrleştiği noktadır. Eşdeğerlik noktası genellikle çözeltiye önceden ilave edilen bir kimyasal indikatörün keskin renk değişimi ile anlaşılır. Asit-baz titrasyonlarında kullanılan indikatörler, asidik ve bazik ortamlarda değişik renklere sahip maddelerdir. Daha çok fenolftalein kullanılır. Bazik ortamda kırmızımsı pembe renk veren fenolftalein asidik ve nötr çözeltilerde renksizdir.



$$H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(s)}$$

Titrasyonda $n_{H^+} = n_{OH^-}$ olduğu noktada renk değişimi olur.

$n_{H^+} = n_A \cdot z_A$

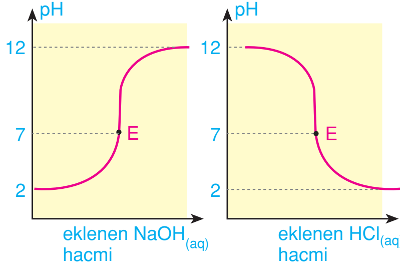
$n_{OH^-} = n_B \cdot z_B$

$n_{H^+} = n_{OH^-}$ olur.

$n = \dfrac{m}{m_A}$ kullanılabilir. çözeltilerde ise $n = M \cdot V$ olur.

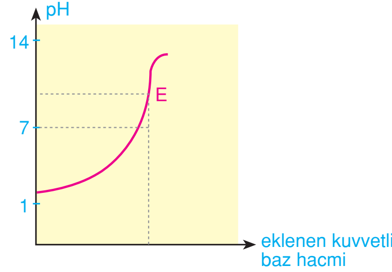
pH'ya karşı harcanan titrasyon çözeltisinin (büretteki çözelti) hacmi alınarak çizilen grafiğe titrasyon eğrisi denir. Titrasyon eğrileri, titrasyon sırasında pH'nın bir pH-metre ile ölçülmesiyle kolayca çizilebilir.

Kuvvetli asit-kuvvetli baz titrasyonunda pH = 7 noktasında nötrleşme olur. Böyle bir olayın titrasyon eğrileri;

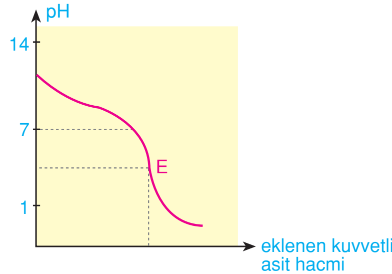


şekildeki gibi olur. Eşdeğerlik pH'ları 7'ye karşılık gelir.

Zayıf asit-kuvvetli baz titrasyonunda eşdeğerlik pH'ı 7'den büyük olur. Oluşan tuzun bazik olması ve hidroliz olması sonucunda pH > 7 olur.



Kuvvetli asit-zayıf baz titrasyonunda eşdeğerlik pH'ı 7'den küçük olur. Oluşan tuzun asidik olması ve hidroliz olması sonucunda pH < 7 olur.



b) TİTRASYON HESAPLAMALARI

Kuvvetli asit-baz titrasyonunda

* n_{H+} = n_{OH-} olduğunda ortam nötr olur.

M_A = Asit çözeltisinin derişimi

V_A = Asidin tesir değeri

$n_{H+} = M_A \cdot V_A \cdot z_A$

M_B = Baz çözeltisinin derişimi

V_B = Baz çözeltisinin hacmi

z_B = Bazın tesir değeri

nOH– = $M_B \cdot V_B \cdot Z_B$

NH+ = NOH– ise pH = 7

$M_A \cdot V_A \cdot z_A = M_B \cdot V_B \cdot z_B \Rightarrow pH = 7$

* Asit çözeltisinden gelen H^+ ni mol sayısı, baz çözeltisinden gelen OH^- iyonlarının mol sayısından fazla ise, ortam asidik olur.

$$[H^+] = \frac{\text{Artan } H^+ \text{ mol sayısı}}{\text{Toplam hacim}}$$

$$[H^+] = \frac{M_A.V_A.z_A - M_B.V_B.z_B}{V_A + V_B}$$

* Asit çözeltisinden gelen H^+ nin mol sayısı, baz çözeltisinden gelen OH^- iyonları mol sayısından az ise ortam bazik olur.

$$[OH^-] = \frac{\text{Artan } OH^- \text{ mol sayısı}}{\text{Toplam hacim}}$$

$$[OH^-] = \frac{M_B.V_B.z_B - M_A.V_A.z_A}{V_A + V_B} \text{ olur.}$$

ÖRNEK

100 ml 0,03 M $Mg(OH)_2$ in tamamını nötrleştirmek için 200 ml H_3PO_4 kullanılmaktadır. **H_3PO_4 çözeltisinin derişimi kaç mol/litre dir?**

A) 0,2 B) 0,1 C) 0,02 D) 0,01 E) 0,003

ÇÖZÜM

ÖRNEK

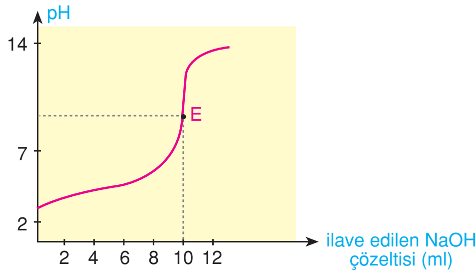
300 ml HCl çözeltisi 0,3 M KOH çözeltisi ile titre edildiğinde pH = 7 oluyor.

Bu olayda 100 ml KOH çözeltisi harcandığına göre, HCl çözeltisinin pH'ı kaçtır?

A) 1 B) 2 C) 3 D) 12 E) 13

ÇÖZÜM

ÖRNEK



Yukarıdaki grafikte, 100 ml HX asit çözeltisine 1 M NaOH çözeltisi eklendiğinde karışımın pH'ının değişimi gösterilmiştir.

Buna göre,

I. HX asit çözeltisinin başlangıç derişimi 0,1M dir.
II. HX zayıf asittir.
II. NaX tuzunun sulu çözetisi bazik olur.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

ÖRNEK

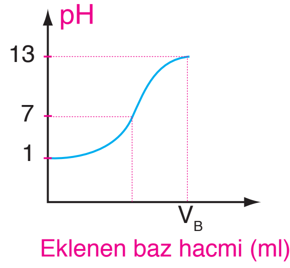
2 litre 0,5 M H_2SO_4 ile 2 litre 0,8 M NaOH çözeltisi karıştırılıyor.

Son çözeltinin pOH değeri kaçtır?

A) 1 B) 2 C) 7 D) 12 E) 13

ÇÖZÜM

ÖRNEK



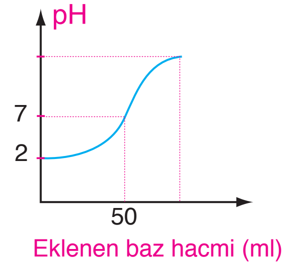
100 ml HCl çözeltisine azar azar 0,2 M NaOH çözeltisi ilave edilerek titre ediliyor. Titrasyon eğrisi yanda verilmiştir.

Titrasyon karışımının pH'ının 13 olması için eklenmesi gereken bazın hacmi kaç ml dir?

A) 100 B) 200 C) 300 D) 400 E) 500

ÇÖZÜM

ÖRNEK



100 ml HCl çözeltisine damla damla NaOH çözeltisi eklenerek titre ediliyor. Kaptaki çözeltinin pH'ının eklenen NaOH çözeltisine karşılık değişimi grafikteki gibidir.

Buna göre;

I. HCl çözeltisinin derişimi 0,2 M dir.
II. NaOH çözeltisinin derişimi 0,02 M dir.
III. Nötr çözeltide Cl^- iyonları derişimi 1/150 M dir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

ÇÖZÜM

ETKİNLİK – 11

ÇÖZÜNÜRLÜK BULMA

Aşağıdaki tuzların çözünürlük denge bağıntılarını ve çözünürlüklerini bulunuz.

Sıra No	Formül	Çözünürlük Denge Bağıntısı	Çözünürlük Çarpımı	Çözünürlük (mol/ℓ)
1.	$CaCO_3$		$4,0.10^{-8}$	
2.	$Mg(OH)_2$		$3,2.10^{-11}$	
3.	$AgCl$		$1,6.10^{-11}$	
4.	$Fe(OH)_3$		$4,32.10^{-34}$	
5.	$MgCO_3$		$6,4.10^{-5}$	
6.	$PbCl_2$		$1,6.10^{-5}$	
7.	ZnF_2		$4,0.10^{-2}$	
8.	$SrSO_4$		$3,2.10^{-2}$	
9.	Al_2S_3		$1,08.10^{-48}$	
10.	CuI		$1,6.10^{-11}$	
11.	$CuCl$		$1,6.10^{-7}$	
12.	$Co(OH)_2$		$3,2.10^{-14}$	
13.	$CaSO_4$		$4,9.10^{-5}$	
14.	$Ca(OH)_2$		$4,0.10^{-6}$	
15.	CaF_2		$3,2.10^{-11}$	
16.	$PbSO_4$		$2,5.10^{-5}$	
17.	$CdCO_3$		$1,0.10^{-12}$	
18.	Ag_2SO_4		$3,2.10^{-5}$	
19.	AgI		$8,1.10^{-17}$	
20.	$BaCO_3$		$2,5.10^{-9}$	
21.	$BaSO_4$		$1,0.10^{-10}$	
22.	Ag_2CO_3		$6,4.10^{-11}$	
23.	$AgBr$		$4,9.10^{-13}$	
24.	Cu_2S		$1,08.10^{-13}$	
25.	Ag_3PO_4		$4,32.10^{-14}$	
26.	$Fe(OH)_2$		$3,2.10^{-14}$	
27.	$CaCl_2$		$4,0.10^{-5}$	
28.	$Mn(OH)_2$		$6,4.10^{-17}$	

ETKİNLİK – 12

DOĞRU VE YANLIŞI BELİRLEYELİM

Aşağıdaki ifadelerden hangilerinin doğru, hangilerinin yanlış olduğunu, ilgili boşluğa ✓ işaretini koyarak belirtiniz.

	DOĞRU	YANLIŞ
1. Çökelti oluşabilmesi için $K_Ç$ değeri iyon derişimleri çarpımından büyük olmalıdır.		
2. Çökecek olan tuzların çözünürlük çarpımları ve başlangıçtaki çözeltide çökecek olan iyonların derişimleri bilinirse, hangisinin önce çökeceği belirlenebilir.		
3. Suda az çözünen bir katı, kendisinde bulunan bir iyonu içeren bir çözeltide saf sudakine göre daha çok çözünür.		
4. Çözünürlüğü ekzotermik olan suda az çözünen bir tuzun çözünürlük çarpımı sıcaklık artırılınca büyür.		
5. Bir maddenin belirli bir sıcaklıkta 1 litre çözeltide çözünebilen maksimum mol sayısına çözünürlük denir.		
6. Suda az çözünen bir tuzun suda çözünmesinde çözünme ve çökelme hızlarının eşit olduğu anda katı madde ile iyonlar arasında dinamik denge kurulur. Bu denge hâli çözünürlük dengesi olarak adlandırılır.		
7. İyon içermediği için elektrik akımını iletmeyen sulu çözeltilere elektrolit olmayan çözeltiler denir.		
8. Gazların sudaki çözünürlüğü sıcaklık artışıyla artar.		
9. Bir maddenin farklı çözücülerdeki çözünürlüğü aynıdır.		
10. Bütün katı madelerin suda çözünmesi endotermiktir.		
11. Katı maddelerin toz haline getirilmesi sudaki çözünürlüklerini artırır.		
12. Çözücüsü su olan çözeltilere sulu çözeltiler denir.		
13. Hem maksimum düzensizlik hemde minimum enerji eğilimi çözünme lehine olan sıvılar birbirine her oranda karışabilir.		
14. Ortak iyon varlığı suda çözünen tuzun çözünürlüğünü azaltır.		
15. K_i değeri $K_Ç$ değerinden küçük ise çözelti doymamıştır.		

1. I. Alkollü su
II. Bir zayıf asitin sulu çözeltisi
III. Bir kuvvetli bazın sulu çözeltisi
Yukarıdaki sıvıların hangilerinde 25 °C'de $[H^+][OH^-] = 1.10^{-14}$ tür?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

2. 4.10^{-4}M HCl **çözeltisinde** OH^- **derişimi kaç M olur?**

A) 4.10^{-4} B) 4.10^{-10} C) $2{,}5.10^{-11}$
D) 4.10^{-11} E) $2{,}5.10^{-10}$

3. **Asitlik sabiti 5.10^{-10} olan HA asitinin pH'ı 5 olan çözeltisinde asidin yüzde kaçı iyonlaşmıştır?**

A) 1.10^{-3} B) 5.10^{-3} C) 2.10^{-3}
D) 2.10^{-2} E) 5.10^{-2}

4. 5M HX çözeltisinin pH'ı, 3'tür. **Çözeltiye hacmi iki katına çıkaracak kadar su eklendiğinde;**
I. HX iyonlaşma yüzdesi artar.
II. Çözeltideki H^+ iyonları mol sayısı artar.
III. Çözeltinin pH'ı artar.
Yargılarından hangileri doğru olur?

A) Yalnız III C) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

5. HA asidi suda çözünen zayıf bir asittir.
$K_a = 2.10^{-4}$ tür. **0,5M'lik çözeltisinde pH kaç olur?**
A) 0 B) 1 C) 2 D) 3 E) 12

6. HX suda çözünen zayıf bir asittir. 0,1M, 100 ml çözeltisi hazırlanıyor. **% 2 oranında iyonlaştığı bilindiğine göre asitlik kabiti K_a kaçtır?**

A) 2.10^{-10} B) 4.10^{-8} C) 4.10^{-6}
D) 4.10^{-5} E) 2.10^{-3}

7. **Bir baz çözeltisinin pH'ı 13 olduğuna göre;**
I. Baz çözeltisinin derişimi 0,1M'dir.
II. $[OH^-] = 1.10^{-1}$M'dir.
III. Kırmızı turnusolun rengini maviye çevirir.
yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

8. I. X çözeltisi : $[H^+] = 1.10^{-4}$M
II. Y çözeltisi : pH = 3
III. Z çözeltisi : $[OH^-] = 1.10^{-10}$M
Yanında özelliği belirtilen X, Y ve Z sulu çözeltilerden hangileri asit özelliği göstermektedir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

9. HA asidinin 1.10^{-2} molarlık çözeltisinde pH = 6 olarak belirleniyor. **HA'nın asitlik sabitinin sayısal değeri aşağıdakilerden hangisidir?**

A) 1.10^{-7} B) 1.10^{-10} C) 1.10^{-9}
D) 2.10^{-20} E) 1.10^{-12}

10. % 15'lik NaOH sulu çözeltisinin 400 gramını nötürleştirmek için 1 litre H_2SO_4 çözeltisi hazırlanıyor. **H_2SO_4 sulu çözeltisinin derişimi kaç M'dir?** (NaOH = 40)

A) 0,75 B) 1 C) 1,25 D) 1,5 E) 1,75

11. I. Ortama H^+ iyonu veren maddeler asittir.
II. Asit ve baz çözeltileri elektriği iletir
III. Al ile NaOH tepkimesinden H_2 açığa çıkar.
IV. NH_3'ün sulu çözeltisi baz özellik gösterir.
Asit ve bazlarla ilgili yukarıda verilen bilgilerden hangileri doğrudur?

A) I ve IV B) I, II ve III C) I, II ve IV
D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

12. **0,2M, 100 ml H_2SO_4 sulu çözeltisine aşağıdaki çözeltilerden hangisi eklenirse karışımın pH'ı 7 olur?**

A) 200 ml, 0,1M NaOH
B) 100 ml, 0,1M $Sr(OH)_2$
C) 200 ml, 0,4M KOH
D) 200 ml, 0,2M CH_3COOH
E) 400 ml, 0,05M $Ca(OH)_2$

13. İki değerlikli bir bazın 51,3 gramı H_3PO_4'ün 0,2 molü ile tam olarak tepkimeye girdiğinde, ortamın pH'ı 7 olur. **Bazı oluşturan metalin atom ağırlığı kaçtır?** (H = 1, O = 16)

A) 171 B) 137 C) 88 D) 56 E) 52

14. 100 ml, 0,2M HCl sulu çözeltisine 100 ml, 0,4M KOH sulu çözeltisi karıştırıldığında, **karışımın pH'ı kaç olur?**

A) 1 B) 7 C) 10 D) 12 E) 13

15. 10^{-4}M HNO_3 sulu çözeltisinin 1 litresine pH = 10 olan 1 litre NaOH sulu çözeltisi karıştırılıyor. **Karışım çözeltinin pH'ı kaç olur?**

A) 0 B) 4 C) 6 D) 7 E) 10

16. XOH ile gösterilen zayıf bazın 0,5M derişimli çözeltisi hazırlanıyor.
Bazın iyonlaşma sabiti K_b=1,8.10^{-5} olduğuna göre, iyonlaşma yüzdesi kaçtır?

A) 0,3 B) 0,5 C) 0,6 D) 1,2 E) 1,8

17. **0,2M, 100 ml CH_3COOH çözeltisine kaç mol CH_3COONa tuzu katılırsa çözeltinin pH'ı 5 olur?** (CH_3COOH için K_a = 1,8.10^{-5})

A) 3,6.10^{-2} B) 1,5.10^{-2} C) 2.10^{-2}
D) 1,8.10^{-2} E) 0,2

18. 0,1M HNO_3 çözeltisine eşit hacimde 0,2M KOH çözeltisi karıştırılıyor. **Karışım için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?**

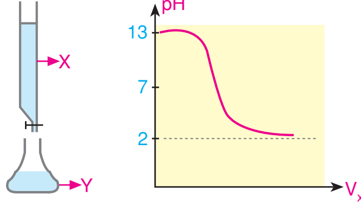
A) Çözelti elektriği iletir.
B) Kırmızı turnusolu maviye çevirir.
C) Tadı ekşi olur.
D) $[OH^-] > [H^+]$ olur.
E) pH > 7 olur.

19. 0,2M'lik zayıf HA asiti sulu çözeltisinin pH değeri 5'tir. **Buna göre;**
I. K_a değeri 5.10^{-10} olur.
II. İyonlaşma yüzdesi 5.10^{-3} tür.
III. Eşit hacimde 0,2M NaOH ile artansız tepkime verir.
yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

20. CO_2, CO ve NH_3 gazlarından oluşan 20 litrelik bir karışımın HCl çözeltisinden geçirildiğinde hacmi 8 litre azalıyor. Geriye kalan karışımın yakıldığında 2 litre O_2 gazı harcanıyor. **CO_2 gazının karışımdaki hacimce yüzdesi nedir?**

A) 60 B) 50 C) 40 D) 30 E) 20

1. 

Şekildeki titrasyon eğrisinin elde edilebilmesi için X ve Y sıvıları aşağıdakilerden hangisi olmalıdır?

	X	Y
A)	0,01M HNO_3	0,1M NaOH
B)	0,1M HCl	0,01M NaOH
C)	0,01M HNO_3	0,1M NH_3
D)	0,1M KOH	0,1M HCl
E)	0,1M NaOH	0,01M HNO_3

2. **Yandaki çözeltiye aşağıdakilerden hangisi eklenirse çözeltinin pH'ı 13 olur?** (NaOH = 40, KOH = 56)

0,1M HCl
çözeltisi
1 litre

A) 0,2 mol $Na_{(k)}$
B) 0,2 mol $NaOH_{(k)}$
C) 4 gram $NaOH_{(k)}$
D) 5,6 gram $KOH_{(k)}$
E) 22,4 gram $KOH_{(k)}$

3. İki değerlikli bir asidin 0,18 gramını nötürleştirmek için 0,1M NaOH çözeltisinden 40 ml harcandığına göre, **asidin mol kütlesi nedir?**

A) 180 B) 135 C) 90 D) 45 E) 18

4. **Aşağıda verilen ikili karışımlardan hangileri tampon çözelti oluşturur?**

I. HCl ve CH_3COOH çözeltileri karışımı
II. NaOH ve NH_3 çözeltileri karışımı
III. CH_3COONa ve CH_3COOH çözeltileri karışımı

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

5. **Bir zayıf asitin 0,1 molarlık çözeltisi için;**

I. pH'ı 1'dir.
II. 0,1M NaOH çözeltisi ile karşıtırılırsa nötr tuz çözeltisi oluşur.
III. 0,1M HNO_3 çözeltisi ile karıştırılırsa tampon çözelti oluşur.

yargılarından hangileri yanlıştır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

6. Zn ve Mg elementlerinden oluşan 40 gramlık karışım 2M NaOH çözeltisi ile tepkimeye sokulduğunda 200 ml NaOH çözeltisi ile tepkime veriyor.
Buna göre;

I. H_2 gazı açığa çıkar.
II. Karışımda 18 gram Zn bulunuyor.
III. $Mg(OH)_2$ sulu çözeltisi oluşur.

yargılarından hangileri doğrudur?
(Mg = 24, Zn = 65)

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

7. **0,1M HNO_3 sulu çözeltisine;**

I. Saf su
II. 0,1M NaOH çözeltisi
III. 0,2M HNO_3 çözeltisi

sıvılarından hangileri ayrı ayrı eklendiğinde oluşan çözeltinin pH değeri 1'den küçük olur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

8.

	Asit	Baz
I.	HCl	NaOH
II.	H_2SO_4	NaOH
III.	H_2SO_4	$Sr(OH)_2$

Yukarıdakilerden hangilerinde verilen kuvvetli asit ve kuvvetli bazları eşit hacim ve derişimdeki sulu çözeltilerinin karışımı nötr özellik gösterir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

9. **Eşit hacim ve derişimli NH_3 ve HNO_3 çözeltilerinin karışmasıyla oluşan NH_4NO_3 çözeltisi asidik özellik gösterdiğine göre,**

I. HNO_3 kuvvetli asittir.
II. NH_3 zayıf bazdır.
III. NH_4^+ iyonu sulu çözeltide asidik özellik gösterir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

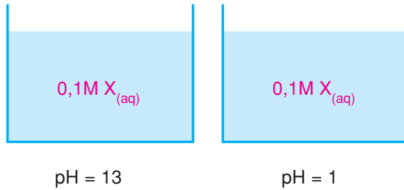
10. **0,1M, 400 ml HCl çözeltisi ile 0,2 molar kaç ml $Ba(OH)_2$ çözeltisi tam nötürleşir?**

A) 100 B) 200 C) 300 D) 400 E) 500

11. Asitlik sabiti 1.10^{-8} olan HA asidinin sulu çözeltisinin 100 ml'si 4 gram NaOH ile nötrleşiyor.
Buna göre, HA çözeltisinin pH'ı kaçtır?
(Na: 23, O: 16, H: 1)

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

12.



pH = 13 pH = 1

Bir değerli asit ya da baza ait olduğu bilinen kaplardaki X ve Y çözeltileri için;

I. X kuvvetli baz, Y kuvvetli asittir.
II. X çözeltisinin pOH'ı, Y çözeltisinin pH'ına eşittir.
III. Turnusol boyası damlatılırsa X çözeltisi mavi, Y çözeltisi kırmızı renk verir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

13. **HX zayıf asidi ile hazırlanmış bir sulu çözelti için;**

I. pOH'ı
II. Hacmi
III. Nötrleşmesi için gerekli KOH mol sayısı

değerlerinden hangileri bilinirse HX'in asitlik sabiti (K_a) hesaplanabilir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

14. XOH ve YOH'ın 25 °C'deki bazlık sabitleri;
XOH için: $K_b = 1.10^{-8}$
YOH için: $K_b = 1.10^{-10}$ dur.
25 °C'de hazırlanan eşit derişimli XOH ve YOH sulu çözeltileri için;

I. X^+ iyonu derişimi Y^+ iyonu derişiminden büyüktür.
II. H^+ iyonu derişimi, YOH çözeltisinde daha büyüktür.
III. pH değeri, YOH çözeltisinde daha büyüktür.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

15. Biri kuvvetli asit, diğeri zayıf asit olan iki çözeltinin değerlikleri ve molar derişimleri eşittir.
Buna göre;

I. Çözeltilerin elektrik iletkenlikleri farklıdır.
II. Suda iyonlaşma yüzdeleri farklıdır.
III. Zayıf asidin OH^- iyonu derişimi, kuvvetli asidinkinden büyüktür.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

1. **AB_2 nin $K_ç$ değeri $3{,}2.10^{-14}$ olduğuna göre 2500 ml suda en çok kaç gram AB_2 çözünebilir?** (AB_2 = 90)

A) 2.10^{-5} B) $2{,}5.10^{-4}$ C) $4{,}5.10^{-3}$
D) $2{,}5.10^{-3}$ E) 5.10^{-5}

2. $AB_{2(k)} \rightleftharpoons A^{+2}_{(aq)} + 2B^{-}_{(aq)}$ $\Delta H > 0$

Denklemine göre suda iyonlaşan AB_2 tuzunun doymuş çözeltisi için;

I. Minimum enerjiye eğilim çökme yönündedir.
II. Maksimum düzensizliğe eğilim çözünme yönündedir.
III. Sıcaklık artırılırsa A^{+2} nin denge derişimi artar.

hangisi ya da hangileri doğru olur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

3. I. $C_{(k)} + H_2O_{(g)} + Isı \rightleftharpoons CO_{(g)} + H_{2(g)}$
II. $KNO_{3(k)} + Isı \rightleftharpoons K^{+}_{(aq)} + NO^{-}_{3(aq)}$
III. $C_2H_5OH_{(s)} \rightleftharpoons C_2H_5OH_{(aq)} + Isı$
IV. $N_2O_{(g)} \rightleftharpoons N_2O_{(aq)} + Isı$

Yukarıdaki tepkimelerden hangilerinde minimum enerji ile maksimum düzensizlik etkenleri arasında bir denge kurulamaz?

A) I ve II B) Yalnız III C) II ve III
D) III ve IV E) I, II ve III

4. **Doymuş Ag_2CrO_4 çözeltisinde Ag^+ iyonu derişimi 4.10^{-4}M olduğuna göre çözünürlük çarpımı $K_ç$ kaçtır?**

A) 8.10^{-8} B) 4.10^{-12} C) $1{,}6.10^{-11}$
D) $3{,}2.10^{-11}$ E) $3{,}2.10^{-12}$

5. **Doymuş AgCl çözeltisine aynı sıcaklıkta bir miktar katı NaCl katıldığında,**

I. Ag^+ iyonları derişimi azalır.
II. Bir miktar $AgCl_{(k)}$ çökeltisi oluşur.
III. $K_ç$ değeri küçülür.

yargılarından hangileri doğru olur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

6. **$XY_{2(k)}$ tuzunun $K_ç$ değerini hesaplayabilmek için,**

I. Doymuş XY_2 çözeltisindeki Y^{-1} iyonları molar derişimi
II. X'in atom kütlesi
III. XY_2 nin çözünürlüğü (mol/litre)

niceliklerinden hangilerinin tek başına bilinmesi yeterlidir?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

7. $N_2O_{(g)} \rightleftharpoons N_2O_{(aq)} + 4{,}8$ kkal

Denge tepkimesinde sıcaklık artırıldığında,

I. Denge maksimum düzensizliğin olduğu yöne kayar.
II. $N_2O_{(g)}$'nun çözünürlüğü azalır.
III. K denge sabitinin sayısal değeri azalır.

ifadelerinden hangileri doğru olur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

8. 0,3M $Ca(NO_3)_2$ çözeltisinin 200 ml'si ile 0,1M NaCl çözeltisinin 800 ml'si karıştırılıyor.

Çökelme tamamlandığında çözeltide Cl^- iyonu derişimi kaç M olur?

($CaCl_2$ için $K_ç = 8.10^{-12}$)

A) 2.10^{-2} B) 6.10^{-2} C) 2.10^{-6}
D) 2.10^{-5} E) 4.10^{-10}

9. I. Saf su
II. 0,1M NaCl çözeltisi
III. 0,1M $AgNO_3$ çözeltisi
Yukarıdaki üç çözeltiye aynı sıcaklıkta yeteri kadar katı AgCl atılıp çözülüyor.
Çözeltideki Ag^+ iyonu derişimi için hangi karşılaştırma doğrudur?

A) I > II = III B) III > II > I C) III > I > II
D) II > I > III E) II = III > I

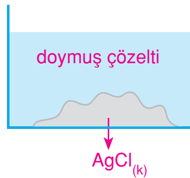
10. **$BaF_{2(k)}$ nın çözünürlük çarpımı $3{,}2.10^{-8}$ olduğuna göre 100 ml suda kaç gram $BaF_{2(k)}$ çözünebilir?** (BaF_2 = 175)

A) $3{,}5.10^{-2}$ B) $1{,}75.10^{-2}$ C) 2.10^{-3}
D) $3{,}5.10^{-3}$ E) 2.10^{-4}

11. **PbI_2'nin 0,2M NaI'deki çözünürlüğü 8.10^{-7} mol/ℓ ise saf sudaki çözünürlüğü kaç mol/ℓ dir?**

A) 1.10^{-3} B) 2.10^{-3} C) 4.10^{-3}
D) 4.10^{-8} E) 8.10^{-8}

12. Dengede bulunan yandaki çözeltiye aynı sıcaklıkta saf su katılıyor. **Sistemin tekrar dengeye gelmesiyle $AgCl_{(k)}$ kütlesi ve Ag^+ iyonları derişiminin, başlangıca göre değişimi için hangisi doğru olur?** (AgCl için $K_ç = 1.10^{-10}$)



	$AgCl_{(k)}$ kütlesi	$[Ag^+]$
A)	Azalır	Artar
B)	Azalır	Değişmez
C)	Değişmez	Değişmez
D)	Değişmez	Artar
E)	Azalır	Azalır

ESEN YAYINLARI

13. $CaF_{2(k)}$ nin 0,2M $Ca(NO_3)_2$ çözeltisindeki çözünürlüğü 2.10^{-5} mol/ℓ olduğuna göre, **$CaF_{2(k)}$ nin çözünürlük çarpımı $K_ç$ kaçtır?**

A) 4.10^{-6} B) 2.10^{-8} C) $3{,}2.10^{-10}$
D) $1{,}6.10^{-10}$ E) $3{,}2.10^{-14}$

14. $Mg(OH)_{2(k)} \rightleftharpoons Mg^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$ $\Delta H > 0$
Tepkimesi dengededir. **Buna göre;**
I. Ortama $Mg(OH)_{2(k)}$ eklemek
II. Sıcaklığı düşürme
III. Ortama HCl ekleme
işlemlerinden hangileri tepkimeyi çözünme yönünde kaydırır?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

15. $PbSO_{4(k)} \rightleftharpoons Pb^{+2}_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$ $\Delta H > 0$
Tepkimesi dengededir. **Doymuş çözelti bir süre soğutulursa aşağıdakilerden hangisi doğru olur?**

	$PbSO_{4(k)}$ kütlesi	$K_ç$	$[SO_4^{-2}]$
A)	Artar	Küçülür	Azalır
B)	Artar	Küçülür	Değişmez
C)	Değişmez	Değişmez	Azalır
D)	Değişmez	Küçülür	Değişmez
E)	Azalır	Büyür	Artar

16. **NaCl çözelti içerisinde çözünen AgCl'nin mol miktarını hesaplamak için;**
I. NaCl çözeltisinin hacmi
II. NaCl çözeltisinin molaritesi
III. AgCl'ün saf sudaki çözünürlüğü
değerlerinden hangilerinin bilinmesi yeterlidir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

1. $X(OH)_2$ kuvvetli baz olan bir maddedir.

$X(OH)_2$ nin 12,2 gramı ile hazırlanan çözeltinin pH'ının 13 olabilmesi için çözelti hacmi kaç litre olmalıdır? (X :88, O:16,H:1)

A) 2 B) 0,5 C) 0,3 D) 0,2 E) 0,1

2. 10 ml, 1.10^{-4}M lik NaCl çözeltisi ile 10 ml, 1.10^{-2} M lik $AgNO_3$ çözeltisi karıştırılıyor.

Tepkime sonucu dengeye ulaşan çözelti için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

(AgCl için $K_ç = 1,7.10^{-10}$)

I. Cl^- derişimi yarıya iner.

II. Cl^- ve Ag^+ iyonları çarpımı $K_ç$'den büyüktür.

III. AgCl çökeltisi oluşur.

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

3. X, Y, Z çözeltilerinin bazı özellikleri aşağıdaki gibidir.

I. X, NH_3 ile nötrleşme tepkimesi vermektedir.

II. Y ve Z çözeltinin eşit hacim ve derişimleri karıştırıldığında karışım kırmızı turnusolu maviye çevirmektedir.

III. X ve Y çözeltilerinin eşit hacim ve derişimleri karıştırıldığında ortamın pH değeri 7 olmaktadır.

Buna göre aşağıdakilerden hangisinin doğruluğu kesin değildir?

A) X çözeltisi asittir.

B) Y çözeltisi bazdır.

C) Z çözeltisi bazdır.

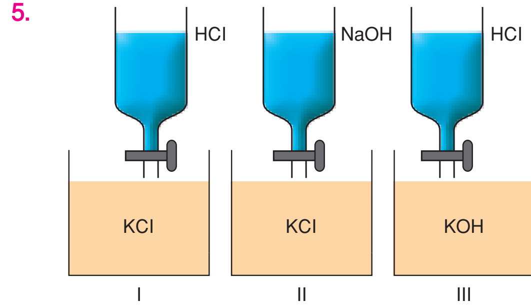
D) X çözeltisinin pH değeri 7'den küçüktür.

E) Y çözeltisinin $[OH^-] > 1.10^{-7}$ M'dir.

4. 0,2M, 200 ml HI sulu çözeltisine 0,7M, 100 ml NaOH sulu çözeltisi ilave ediliyor. **Karşımın pH'ı kaç olur?**

A) 13 B) 12 C) 7 D) 3 E) 1

5.



Yukarıdaki kaplardaki çözeltilerin derişim ve hacimleri eşittir.

Bu kaplara üzerinde belirtilen çözeltiler eklendiğinde herbirinin pH larındaki değişimi aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

	I	II	III
A)	Artar	Artar	Azalır
B)	Azalır	Artar	Artar
C)	Artar	Azalır	Artar
D)	Azalır	Artar	Azalır
E)	Artar	Azalır	Azalır

6. Belirli sıcaklıkta 1 kg suda 2 gram $CaBr_{2(k)}$ çözündüğüne göre, aynı sıcaklıktaki $K_ç$ değeri kaçtır? (Ca = 40 Br = 80, $CaBr_2$'nin hacmi ihmal edilecek)

A) 2.10^{-4} B) 4.10^{-4} C) 4.10^{-6}
D) 2.10^{-15} E) 4.10^{-15}

7. 0,18M, 2 litre KOH özeltisine 0,2M, 2 litre HCl çözeltisi karıştırılıyor. **Karışımın pH'ı kaç olur?**

A) 1 B) 2 C) 1.10^{-2}
D) 12 E) 1.10^{-12}

8. $K_a = 5 . 10^{-9}$ olan HA zayıf asidin 0,02 M'lık çözeltisinin pH değeri aşağıdakilerden hangisidir?

A) 1,5 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

9. **0,1M HA çözeltisinin pH = 3 olduğuna göre;**

I. Asit % 1 oranında iyonlaşmıştır.
II. K_A, asitlik sabiti 1.10^{-5} dir.
III. $[OH^-] = 1.10^{-11}$ M dır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

10. $Ag_2CO_{3(k)} \rightleftarrows 2Ag^+_{(aq)} + CO^{-2}_{3(aq)}$

çözünme denklemine göre ;

I. $K_ç = [Ag^+]^2 [CO_3^{-2}]$ dir.

II. Kaba su katılırsa tepkime ürünler tarafına yürür.

III. $[Ag^+] = 2.10^{-8}$ M olduğunda $K_ç = 4.(2.10^{-8})^3$ olur.

ifadelerinden hangilerini doğruluğu kesin değildir?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

11. 6,1 gram $X(OH)_2$ bileşiği, 0,2M 500 ml HI çözeltisine karıştırılınca ortamın pH'ı 7 olduğuna göre **X metalinin atom ağırlığı nedir?** (O = 16, H = 1)

A) 137 B) 88 C) 65 D) 40 E) 24

12. $XY_{2(k)} \rightleftarrows X^{+2}_{(aq)} + 2Y^-_{(aq)}$ $\Delta H < 0$

XY_2 katısı sabit sıcaklıkta kendi katısıyla dengede bulunmaktadır. **Bu çözelti ısıtılırsa,**

I. Katı kütlesi artar.
II. Çözünürlük çarpımı küçülür.
III. İyonların molar değişimleri artar

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

13. I. Asitler bütün metallere etki ederek $H_{2(g)}$ açığa çıkarırlar

II. 25°C deki bir baz çözeltisinde $[H^+] > 1.10^{-7}$ M dir.

III. Asit çözeltilerinden $[OH^-] < 1.10^{-7}$ M dir.

Yukarıdakilerden hangileri asit ve baz çözeltileri için doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

14. **$Cr_2(SO_4)_3$ bileşiğinin çözünürlük çarpımı bağıntısı aşağıdaki seçeneklerden hangisidir?**

A) $K_ç = [Cr^{+3}] [SO_4^{-2}]$

B) $K_ç = [Cr^{+3}] [SO_4^{-2}]^2$

C) $K_ç = [Cr^+]^3 [SO_4^{-2}]^2$

D) $K_ç = [Cr^{+3}]^2 [SO_4^{-2}]^3$

E) $K_ç = [Cr^{+3}]^2 [S^{+6}] [O^{-6}]^4$

15. I. Zayıf bir asit olan HX'in sulu çözeltisinin pH değeri 6 dır.

II. Bu çözeltinin 20 ml'sini nötürleştirmek için 0,02 mol MOH bazı gerekmektedir.

Buna göre HX asidinin iyonlaşma sabiti (K_a) değeri kaçtır?

A) 1.10^{-12} B) 10^{-11} C) 1.10^{-10}
D) 2.10^{-11} E) 5.10^{-11}

16. Oda sıcaklığında 59,2 miligram XCO_3 ile 100 ℓ doymuş çözelti hazırlanıyor.

Aynı sıcakta XCO_3 çözeltisinin çözünürlük çarpımı $K_ç$ ne olur? (XCO_3 = 148 g)

A) 4.10^{-12} B) $1,6.10^{-11}$ C) 4.10^{-10}
D) $1,6.10^{-9}$ E) $1,6.10^{-7}$

4.
ÜNİTE

ELEKTROKİMYA

1. MADDE VE ELEKTRİK İLİŞKİSİ
2. STANDART ELEKTROT POTANSİYELLERİ
3. ELEKTROKİMYASAL HÜCRELER

Redoks tepkimeleri insanları canlı kılar. Fotosentez yoluyla güneş enerjisini tutan ve daha sonra bu enerjiyi kaslar ve insan aklına güç vermekte kullanılan tüm önemli tepkimelerde redoks vardır. Redoks tepkimeleri yanlış kullanıldığında, patlama ve yanma ile sonlanarak aynı zamanda ölüme yol açabilir. Doğru kullanmak insanlığın kontrolündedir. Redoks tepkimeleri, maden cevherlerinden metallerin çıkarılmasından, petrolün petrokimyasallara çevrilmesine kadar kimya endüstrisinin her alanında vardır. Her alanında kullanılmaktadır. Redoks tepkimeleri, endüstrinin ürettiği zararlı yan ürünlerinin zararsız hâle getirilmesinde de işe yaramaktadır.

Redoks tepkimeleri elektrik oluşumunda kullanılabilir ve küçük, hafif, uzun ömürlü güç kaynaklarının gelişmesine temel teşkil etmektedir. Teknolojinin gelişmesi önemli ölçüde bu güç kaynaklarının işlevine bağlıdır.



MADDE - ELEKTRİK İLİŞKİSİ

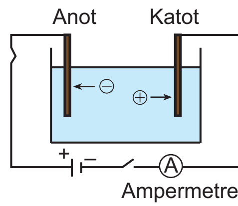
1. FARADAY DENEYLERİ
2. ELEKTRİK MADDEYİ NEDEN DEĞİŞTİRİR?
3. YÜKSELTGENME BASAMAKLARI VE İYON YÜKLERİ
4. REDOKS REAKSİYONLARININ DENKLEŞTİRİLMESİ

Radyolarda, kaset çalarda, cep telefonlarında, MP3'lerde ve taşınır bilgisayarlarda kullanılan elektrik pillerinin hepsi elektrik akımını oluşturmak için redoks tepkimelerini kullanmaktadır. Güneş tarafından sağlanan temiz enerjinin yine temiz ve çevre kirlenmesi olmaksızın kullanılması bu alanın geliştirilmesine bağlıdır. Bu alan, elektrik ve kimyasal tepkime ilişkisini inceleyen elektrokimyadır. Kimyasal tepkimelerin elektrik üretiminde, elektriğin de kimyasal tepkime oluşturmada kullanılmasıyla ilgili kimya dalına elektrokimya denir.

1. BÖLÜM

MADDE VE ELEKTRİK İLİŞKİSİ

1. FARADAY DENEYLERİ



Michael Faraday 1830'larda kimyasal bileşiklerin sulu çözeltilerinden elektrik akımını geçirmiştir. Michael Faraday sulu çözeltilerinden elektrik akımı geçirilen maddenin yapısında değişiklik meydana geldiğini saptamıştır. Maddenin elektriksel yapısı hakkında ipuçları elde etmiştir. Michael Faraday elektrik akımı uygulanan maddelerin bileşenlerine ayrışarak anot ve katot olarak nitelenen elektrotlarda toplandığını göstermiştir. Faraday bir elementin çeşitli bileşiklerinin, aynı kaplardaki çözeltilerinden, elektrik akımı geçirildiğinde elektrotlarda toplanan madde miktarının devreden geçen akıma bağlı olarak arttığını ortaya koymuştur. Diğer taraftan, farklı elementlerin bileşiklerinin çözeltisinden elektrik akımı geçirildiğinde, toplanan elementlerin miktarları arasında bir düzenlilik olduğunu gözlemlemiştir.

Ayrıca, Michael Faraday havası boşaltılmış bir cam borunun iki ucuna bir doğru akım üreteci bağlamış, tüpün negatif uç bağlanmış ucundan, yani katotundan bir ışığın çıkarak pozitif uç bağlanmış tüp ucuna, yani anota gittiğini tespit etmiştir. Böylece Faraday katot ışınlarını keşfetmiştir.

Maddenin elektrik yüklü hale gelmesi, maddenin dolayısıyla atomun elektrik yüklerinin olduğunu göstermiştir. Maddenin yapısındaki elektrik yüklerinin hareket ettiği elektroliz, katot ışınları deneyi ve benzeri deneyler tarafından ispatlanmıştır.

Bu çalışmalar sonucunda ortaya çıkan sonuçlar, bilim adamlarını atomun yapısını dolayısıyla atom altı taneciklerini araştırmaya yönlendirmiştir. Bu araştırmalar atomun temel taneciklerinin ve özelliklerinin keşfi ile sonuçlanmıştır. Bugün bir çok tanecik ve bu taneciklerin elektriksel yapısı bilinmektedir.

2. ELEKTRİK MADDEYİ NEDEN DEĞİŞTİRİR?

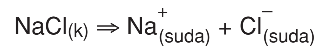
Madde tanecikli yapıda; madde tanecikleri de elektrikli yapıdadır. Elektriği, elektrik yükü kazanmış maddesel tanecikler taşır. Elektrik akımının geçtiği her yerde, elektrik yüklü taneciklerin akım doğrultusunda hareket etmeleri gerekir.

Katı maddelerde atom ve moleküllerin hareketi çok dar bir bölgede sınırlıdır. Bir çok katı madde elektriği iletemez, yalıtkandır. Bazı katılar, özellikle metaller elektriği iyi iletirler. Metallerde elektrik, elektronlarla iletilir. Başka bir deyişle metallerde elektrik taşıyıcılar; elektronlardır.

Yapılan tüm deneylerde, metallerde elektrik yüklerinin elektronlarla taşındığı kanıtlanmıştır. Atomlar, iyonlar ya da moleküller bu taşımada yer almaz. Bundan dolayı elektriği ileten metallerin yapısı değişmez.

Normal durumlardayken atomların nötral olduğunu biliyoruz. Herhangi bir etki ile elektron kaybetmiş ya da fazladan elektron kazanmış atom gruplarına iyon denir. Sıvı haldeki metaller ile asit, baz ve tuzların çözeltileri bir yana bırakılırsa, sıvıların çoğu elektriği iyi iletmezler. Hatta bunların büyük bir bölümü yalıtkandır.

Asitler, bazlar ve tuzlar gibi sudaki çözeltileri elektriği ileten maddelere elektrolitik maddeler denir. Elektrolitik madde kendi çözeltisinde iyonlaşır. Örneğin yemek tuzu suya konulunca yemek tuzu kristallerinin yapısı bozulur. Su molekülleri ile etkileşimi sonucu bir yemek tuzu taneciği;



$$NaCl_{(k)} \Rightarrow Na^{+}_{(suda)} + Cl^{-}_{(suda)}$$

denklemine göre sodyum iyonu ve klor iyonuna ayrılır. Bunda elektron kaybederek (+) yüklenmiş olan sodyum atomuna kayton, elektron kazanarak (–) yüklenmiş klor atomuna anyon denir.

Elektrolitik bir maddenin sudaki çözeltisine elektrolit adı verilir. Anyon ve katyon terimleri elektrolit içindeki yüklü atom ve atom grupları için kullanılır.

Bir sıvının elektriği iletmesi, o sıvı içinde serbestçe hareket edebilen iyonların bulunmasına bağlıdır.

Bir elektrolitten ya da elektriği ileten bir sıvıdan elektrik akımının geçmesi, maddenin bileşenlerine ayrılmasına yani analiz olmasına neden olur. Çünkü anyon ve katyonlar arasında elektron aktarımını sağlayarak anyon ve kaytonun nötrleşmesine sebep olur. Saf maddeler oluşur. Su, bir katalizör yardımıyla elektrik akımına tabi tutulduğunda su, bileşenleri olan H_2 ve O_2 elementlerine ayrışır. Sonuçta yapısı değişmiş olur.

Elektrik akımı, elektrolit sıvı maddelerin yapısını, iyonlar arasındaki elektron aktarımından dolayı değiştirir.

3. YÜKSELTGENME BASAMAKLAR VE İYON YÜKLERİ

a) İyonlar

Herhangi bir etki ile elektron kaybetmiş veya fazladan elektron kazanmış atom ya da atom gruplarına iyon denir. (+) yüklü iyonlara katyon, (–) yüklü iyonlara anyon denir.

Na^+, K^+, Cl^- gibi iyonlara tek atomlu iyonlar denir. Çünkü bunlarda sadece bir atom vardır. Birkaç istisna dışında metaller katyonları, ametaller ise anyonları oluşturur.

Ayrıca, iki veya daha çok sayı da atom birleşerek, pozitif ya da negatif yüklü bir iyon oluşturulabilir. OH^-, NH_4^+, SO_4^{-2}, CN^- ve NO_3^- gibi iyonlara kök, poliatomik iyonlar ya da çok atomlu iyonlar denir. Çünkü bunlarda birden çok atom vardır.

İyonlar	Adlandırma
NH_4^+	Amonyum
OH^-	Hidroksit
ClO_3^-	Klorat
CN^-	Siyanur
HCO_3^-	Bikarbonat
NO_3^-	Nitrat
MnO_4^-	Permanganat
HSO_4^-	Bisülfat
NO_2^-	Nitrit
SO_3^{-2}	Sülfit
SO_4^{-2}	Sülfat
CO_3^{-2}	Karbonat
CrO_3^{-2}	Kromat
$Cr_2O_7^{-2}$	Dikromat
HPO_4^{-2}	Hidrojen fosfat
$S_2O_3^{-2}$	Tiyosülfat
PO_4^{-3}	Fosfat
$C_2O_4^{-2}$	Okzalat
ClO^-	Hipoklorit
ClO_2^-	Klorit

b) Yükseltgenme Basamağı

Bir atomun bileşiklerinde aldığı veya verdiği elektron sayısına yükseltgenme basamağı (yükseltgenme sayısı) denir.

NaCl bileşiği oluşurken sodyum atomu bir elektronunu klor elementinin bir atomuna verir. Sodyum +1, klor –1 yüklenir. Öyleyse Na'nın yükseltgenme basamağı +1, Cl'nın yükseltgenme basamağı –1 dir.

* Serbest element atomunun yükseltgenme basamağı 0 dır. Na, Cl, O_2, Cl_2 gibi atom ve moleküllerdeki atomların yükseltgenme basamağı sıfırdır.

* Tüm atomların yükseltgenme basamaklarının toplamı;

a) Serbest atomlar, moleküller ve iyonik bileşiklerin tanecikleri gibi nötr türlerde sıfırdır. CH_4, $MgCl_2$, Ca gibi birimlerde yükseltgenme basamakları toplamı 0 dır.

b) Bir iyonda iyonun yüküne eşittir.

Fe^{+3}, O^{-2} ve MnO_4^{-1} de atomların yükseltgenme basamaklarının toplamı iyonun yüküne eşittir.

$K_2Cr_2O_7$ de K^{+1} ve O^{-2} dir. Cr'nin yükseltgenme basamağı x ise

$$2(+1) + 2x + 7(-2) = 0 \text{ olmalıdır.}$$

$$+2 + 2x - 14 = 0 \Rightarrow 2x = +12$$

$$x = +6 \text{ olur.}$$

SO_4^{-2} de O^{-2} dir. S nin yükseltgenme basamağı x ise

$$x + 4(-2) = -2 \text{ olmalıdır}$$

$$x - 8 = -2 \Rightarrow x = +6 \text{ olur.}$$

3. 1A grubu metaller bileşiklerinde yükseltgenme basamağı +1, 2A grubu metallerinin ise +2 dir. Al'nin yükseltgenme basamağı +3 tür.

4. Florün bileşiklerindeki yükseltgenme basamağı –1 dir.

5. Hidrojenin metallerle oluşturduğu bileşikleri hariç, bileşiklerinde hidrojenin yükseltgenme basamağı +1 dir.

6. Bileşiklerinde oksijenin yükseltgenme basamağı –2 dir. H_2O, CO_2, $KMnO_4$ gibi. Oksijenin peroksitlerle yükseltgenme basamağı –1 dir. H_2O_2, K_2O_2, Na_2O_2, CaO_2 gibi.

7. Metallerle yaptığı ikili bileşiklerde 7A grubu elementlerinin yükseltgenme basamağı –1, 6A grubu ametallerinin –2, 5A grubu ametallerinin –3 dür.

$BaBr_2$'de Br'nın yükseltgenme basamağı –1,

CaS'de S'nin yükseltgenme basamağı –2,

K_3N'de N nin yükseltgenme basamağı –3'tür.

$KMnO_4$ bileşiğinde Mn'nin yükseltgenme basamağının hesaplanması için K ve O'nun yükseltgenme basamaklarının bilinmesi gerekir. K'nın +1, O'nun –2 dir.

$$+1 + x + 4(-2) = 0 \text{ olmalıdır}$$

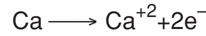
$$+1 + x - 8 = 0 \Rightarrow x = +7 \text{ dir.}$$

Mn'nin yükseltgenme basamağı +7 dir.

4. REDOKS REAKSİYONLARININ DENKLEŞTİRİLMESİ

a. Yükseltgenme

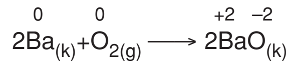
Bir Atomun veya bir iyonun elektron vermesi sonucunda değerliği artar. Değerliği arttırıcı etkisinden dolayı elektron verme olayına **yükseltgenme** denir.



$$Ca \longrightarrow Ca^{+2} + 2e^-$$

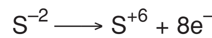
Bu denklemde Ca atomu 2 elektron vererek yükseltgenmiştir. Ca yükseltgenen madde Ca^{+2} iyonu yükseltgenme ürünüdür.

Oksitlenme, bir tür yükseltgenmedir.



$$\overset{0}{2Ba}_{(k)} + \overset{0}{O}_{2(g)} \longrightarrow 2\overset{+2}{Ba}\overset{-2}{O}_{(k)}$$

BaO açılımında Ba^{+2}, O^{-2} dir. Ba atomu O atomuna 2 elektron vererek yükseltgenmiştir.

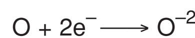


$$S^{-2} \longrightarrow S^{+6} + 8e^-$$

S^{-2} iyonu 8 elektron vererek yükseltgenmiştir. S^{+6} ise yükseltgenme ürünüdür.

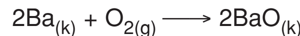
b. İndirgenme

Bir atomun veya bir iyonun elektron alması sonucunda değerliği azalır. Değerliği azaltıcı etkisinden dolayı elektron alma olayına **indirgenme** denir.



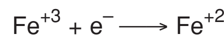
$$O + 2e^- \longrightarrow O^{-2}$$

Bu denklemde O atomu 2 elektron alarak indirgenmiştir. O^{-2} ise indirgenme ürünüdür.



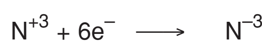
$$2Ba_{(k)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2BaO_{(k)}$$

O atomu Ba atomundan 2 elektron alarak indirgenmiştir.



$$Fe^{+3} + e^- \longrightarrow Fe^{+2}$$

Denkleminde Fe^{+3} iyonu bir elektron alarak indirgenmiştir. Fe^{+2} indirgenme ürünüdür.



$$N^{+3} + 6e^- \longrightarrow N^{-3}$$

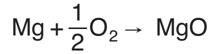
N^{+3} iyonu 6 elektron alarak indirgenmiştir. N^{-3} indirgenme ürünüdür.

Yükseltgenme, bir elementin yükseltgenme sayısını artırır.

İndirgenme, bir elementin yükseltgenme sayısını azaltır.

Yükseltgenen madde indirgendir.

İndirgenen madde yükseltgendir.



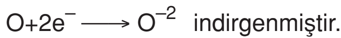
$Mg + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow MgO$

$\overset{+2}{Mg}\overset{-2}{O}$ olduğuna göre;



$Mg \longrightarrow Mg^{+2} + 2e^-$ yükseltgenmiştir.

Mg yükseltgenen madde olduğuna göre, indirgendir.



$O + 2e^- \longrightarrow O^{-2}$ indirgenmiştir.

O indirgenen madde olduğuna göre, yükseltgendir.

c. Tepkimelerinin Denkleştirilmesi

Yükseltgenme – indirgenme tepkimelerine **redoks** denir.

Elektronlar, bir tepkimede yok olmaz veya yoktan var edilemez, bu yüzden bir madde yükseltgendiğinde bu tepkimeyi oluşturan maddelerden bir başkasının indirgenmesi gerekir.

Bir denklem denkleştirmede elementlerin atom sayıları eşitlenirken maddelerin toplam yükünün, çıkan maddelerin toplam yüküne eşit olması sağlanır.

I. Değerlik Metodu

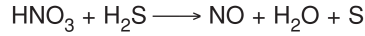
Ön bilgiler daha önce sağlandığına göre değerlik metoduyla tepkimeleri denkleştirmenin genel adımları şöyledir.

a) Yükseltgenmeye ve indirgenmeye uğrayan, yani yükseltgenme sayısı (değerlik) değişen atomlar belirlenir.

b) Yükseltgenme sayısı (değerlik) değişimlerinden yararlanarak verilen ve alınan elektron sayıları eşitlenir. Bu sayıların çaprazlama olarak birbirine katsayı olarak getirilmesiyle redoksa iştirak eden atomların eşitliği sağlanır.

c) Atomların, cinsi ve sayısının korunumu ve yük eşitliği dikkate alınarak kalan atomların katsayıları yerleştirilir.

ÖRNEK



$HNO_3 + H_2S \longrightarrow NO + H_2O + S$

denklemi en küçük tam sayılarla eşitlendiğinde H_2S'nin katsayısı kaç olur?

A) 2 B)3 C) 4 D) 5 E) 6

ÇÖZÜM

2. Yarı Tepkime Metodu

a) Tüm element atomlarının yükseltgenme sayıları ve yükseltgenme sayılarındaki değişmeler belirlenir.

b) Yükseltgenme sayılarındaki değişikliklerden, yükseltgenen ve indirgenen maddeler belirlenir.

c) Yükseltgenme ve indirgenme yarı tepkimeleri için iki denkleştirilmemiş iskelet denklemler yazılır.

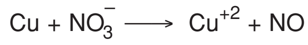
d) O ve H dışında yarı tepkimelerdeki tüm elementler eşitlenir.

e) Asitli ortamdaki denklemlerde yükü eşitlemek için H^+ iyonu kullanılır. Daha sonra H ve O atomlarını eşitlemek için uygun tarafa H_2O ilave edilir.

Bazik ortamdaki denklemlerde yükü eşitlemek için OH^- iyonu kullanılır. Daha sonra H ve O atomlarını eşitlemek için uygun tarafa H_2O ilave edilir.

f) Elektron sayıları birbirine eşit olacak şekilde yarı tepkimeler birer faktörle çarpılır ve denklemler toplanır.

ÖRNEK



$Cu + NO_3^- \longrightarrow Cu^{+2} + NO$

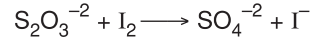
asitli ortamda gerçekleşen tepkime en küçük tam sayılarla denkleştirilirse, H^+ iyonunun katsayısı kaç olur?

A) 2 B) 3 C) 5 D) 6 E) 8

ÇÖZÜM

ESEN YAYINLARI

ÖRNEK



$S_2O_3^{-2} + I_2 \longrightarrow SO_4^{-2} + I^-$

bazik ortamdaki redoks tepkimesi en küçük tam sayılarla denkleştirildiğinde H_2O'nun katsayısı kaç olur?

A) 2 B) 3 C) 5 D) 8 E) 10

ÇÖZÜM

1. I. NH_4OH

II. HNO_3

III. N_2H_4

IV. N_2O

Azotun, hidrojen ve oksijenle oluşturduğu yukarıdaki bileşiklerin azotun değerliğine göre, küçükten büyüğe doğru sıralanışı nedir?

A) I, II, III, IV B) I, III, IV, II C) I, IV, II, III

D) II, IV, III, I E) I, III, II, IV

ÇÖZÜM

2. I. Cl_2O, $HClO$

II. $KClO_3$, $HClO_2$

III. Cl_2O_7, $KClO_4$

Yukarıdakilerden hangilerinde, Cl'nin değerliği her iki bileşikte de aynıdır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

ÇÖZÜM

3. $P + HNO_3 + H_2O \longrightarrow H_3PO_4 + NO$
tepkimesi için,

I. HNO_3 deki azot atomu indirgenmektedir.

II. En küçük tam sayılarla denkleştirilirse NO'nun katsayısı 5 olur

III. P atomu indirgendir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

4. $As_2O_3 + I_2 + H_2O \longrightarrow H_3AsO_4 + HI$

tepkime denklemi en küçük tam sayılarla denkleştirilirse HI'nın katsayısı kaç olur?

A) 2 B) 4 C) 5 D) 6 E) 8

ÇÖZÜM

5. $KMnO_4 + HCl \longrightarrow KCl + MnCl_2 + Cl_2 + H_2O$

tepkime denklemi için;

I. $KMnO_4$ deki Mn' nin yükseltgenme sayısı +7 dir.

II. HCl' deki klor indirgenmiştir.

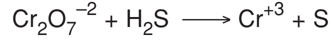
III. En küçük tam sayılarla denkleştirilirse HCl'nın katsayısı 16 olur.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

6. Asitli ortamdaki;



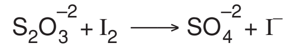
$Cr_2O_7^{-2} + H_2S \longrightarrow Cr^{+3} + S$

tepkimenin denklemi en küçük tam sayılarla denkleştirildiğinde H^+ iyonunun katsayısı kaç olur?

A) 5 B) 6 C) 8 D) 10 E) 16

ÇÖZÜM

7. Bazik ortamda gerçekleşen,



$S_2O_3^{-2} + I_2 \longrightarrow SO_4^{-2} + I^-$

tepkimenin denklemi en küçük tam sayılarla denkleştirilirse OH^- iyonunun katsayısı kaç olur?

A) 2 B) 6 C) 8 D) 10 E) 12

ÇÖZÜM

8. $Cr_2O_7^{-2} + SO_2 \longrightarrow Cr^{+3} + HSO_4^-$

asitli ortamda gerçekleşen tepkime için;

I. SO_2 deki kükürt indirgenmiştir.

II. $Cr_2O_7^{-2}$ deki krom indirgenmiştir.

III. Tepkime denklemi en küçük tam sayılarla denkleştirilirse H_2O'nun katsayısı 1 olur.

yargılarından hangileri yanlıştır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

ÇÖZÜM

9. $ClO_2 \longrightarrow ClO_2^- + ClO_3^-$

bazik ortamda gerçekleşen tepkime denklemi için;

I. Elektron alış verişi klor atomları arasında oluşur.

II. ClO_2'deki klor indirgenmiştir.

III. Yükseltgenme yarı tepkimesi;

$2OH^- + ClO_2 \longrightarrow ClO_3^- + e^- + H_2O$ şeklindedir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

10. Asitli ortamda gerçekleşen,

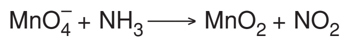

$CrI_3 + Cl_2 \longrightarrow CrO_4^{-2} + IO_3^- + Cl^-$

tepkime denklemi en küçük tam sayılarla denkleştirildiğinde Cl_2'nin katsayısı kaç olur?

A) 18 B) 21 C) 26 D) 28 E) 52

ÇÖZÜM

11. Bazik ortamda gerçekleşen,


$MnO_4^- + NH_3 \longrightarrow MnO_2 + NO_2$

tepkimesinin en küçük tam sayılarla denkleştirilmiş yükseltgenme yarı tepkimesi aşağıdakilerden hangisidir?

A) $7OH^- + NH_3 + 7e^- \longrightarrow NO_2 + 5H_2O$

B) $7OH^- + NH_3 \longrightarrow NO_2 + 7e^- + 5H_2O$

C) $H_2O + MnO_4^- + 3e^- \longrightarrow MnO_2 + 4OH^-$

D) $H_2O + MnO_4^- \longrightarrow MnO_2 + 4OH^- + 3e^-$

E) $5H_2O + 7OH^- + NH_3 \longrightarrow NO_2 + 7e^-$

ÇÖZÜM

1. $KMnO_4 + SnCl_2 + HCl \longrightarrow KCl + MnCl_2 + SnCl_4 + H_2O$

tepkimesi için;

a) Yükseltgenen madde hangisidir?

b) İndirgenen madde hangisidir?

c) Denklem en küçük tam sayılarla denkleştirilirse H_2O katsayısı kaç olur?

2. $Cl_2O + NO_2 \longrightarrow Cl^- + NO_3^-$

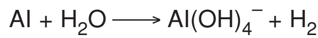
asitli ortamda gerçekleşen tepkime için;

a) Yükseltgenme yarı tepkimesinin denkleşmiş hali nedir?

b) Yükseltgen madde hangisidir?

c) Denklem en küçük tam sayılarla denkleştirilirse H^+ iyonunun katsayısı kaç olur?

3. **Bazik ortamda gerçekleşen;**



$Al + H_2O \longrightarrow Al(OH)_4^- + H_2$

tepkime denklemi için;

a) Denklem en küçük tam sayılarla denkleştirilirken hangi tarafa kaç OH^- ilave edilir?

b) İndirgenen madde hangisidir?

c) İndirgen madde hangisidir?

4. $K_2Cr_2O_7 + HCl \longrightarrow KCl + CrCl_3 + Cl_2 + H_2O$

tepkimesi için;

a) $K_2Cr_2O_7$ deki krom atomunun yükseltgenme sayısı kaçtır?

b) İndirgen madde hangisidir?

c) İndirgenen madde, indirgenirken kaç elektron almaktadır?

5. $H_2SO_3 + MnO_4^{-2} \longrightarrow SO_4^{-2} + Mn^{+4}$

asitli ortamda gerçekleşen tepkimenin;

a) Yükseltgenme yarı tepkimesinin denkleştirilmiş denklemi nedir?

b) İndirgenme yarı tepkimesinin denkleştirilmiş denklemi nedir?

c) Tepkime denkleminin en küçük tam sayılarla denkleşmiş şekli nedir?

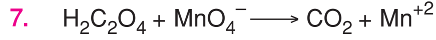
6. $Cr(OH)_3 + ClO^- \longrightarrow CrO_4^{-2} + Cl^-$

bazik ortamda gerçekleşen tepkime için;

a) Yükseltgenme yarı tepkimesinin en küçük tam sayılarla denkleştirilmiş denklemi nedir?

b) İndirgenme yarı tepkimesinin en küçük tam sayılarla denkleştirilmiş şekli nedir?

c) Tepkime denkleminin en küçük tam sayılarla denkleştirilmiş şekli nedir?

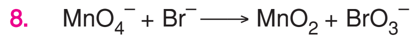
7. 
$H_2C_2O_4 + MnO_4^- \longrightarrow CO_2 + Mn^{+2}$

asidik ortamda gerçekleşen tepkimenin denklemi en küçük tam sayılarla denkleşirse;

a) İndirgen maddenin katsayısı kaç olur?

b) İndirgenen maddenin katsayısı kaç olur?

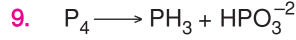
c) H^+ iyonunun katsayısı kaç olur?

8. 
$MnO_4^- + Br^- \longrightarrow MnO_2 + BrO_3^-$

bazik ortamda gerçekleşen tepkimenin;

a) Yükseltgenme yarı tepkisinin en küçük tam sayılarla denkleşmiş şekli nedir?

b) İndirgenme yarı tepkimesinin en küçük tam sayılarla denkleşmiş şekli nedir?

9. 
$P_4 \longrightarrow PH_3 + HPO_3^{-2}$

bazik ortamda gerçekleşen tepkimenin denklemi en küçük tam sayılarla denkleşirse,

a) OH^- iyonunun katsayısı kaç olur?

b) PH_3 bileşiğinin katsayısı kaç olur?

10. Bazik ortamda gerçekleşen,


$As_2S_3 + NO_3^- \longrightarrow NO + SO_4^{-2} + H_3AsO_4$

tepkimesi en küçük tam sayılarla denkleştiriliyor.
Buna göre;

a) Yükseltgenme yarı tepkimesinin denkleşmiş şeklini yazınız.

b) Hangi maddeler yükseltgenmiştir?

c) İndirgenme yarı tepkimesinin denkleşmiş şeklini yazınız.

STANDART ELEKTROT POTANSİYELLERİ

1. ELEKTROT POTANSİYELLERİ
2. ELEKTROKİMYASAL PİLLER
3. NERNST DENKLEMİ
4. REDOKS REAKSİYONLARININ İSTEMLİLİĞİ

Kimyasal tepkimelerin elektrik üretiminde elektriğin de kimyasal tepkime oluşturmada kullanılmasıyla ilgili kimya dalına elektrokimya denir. İtalyan fizyolog Luigi Galvani, akım verilmiş kurbağa kasının reaksiyonunu gözleyerek elektriği incelemiştir. O günden, bugüne kadar çok yol alınmıştır. Fakat, bunu daha ileriye götürmek ve temiz enerji olarak kullanımını sağlamak yeni nesillerin yetiştireceği genç bilim adamlarıyla mümkündür. Bunlardan biri neden siz olmayasınız.

2. BÖLÜM

STANDART ELEKTROT POTANSİYELLERİ

1. ELEKTROT POTANSİYELLERİ

Genel olarak elementlerin tepkimeye girme eğilimine elementlerin aktifliği denir. Birbirine göre değerlendirilebilir. Birbirinin sulu çözeltilerindeki iyonlarla tepkime verip vermediklerine bakarak, aktiflikleri sıralayabiliriz.

Metallerin Aktifliği

Metallerin aktifliği, elektron verme eğilimidir. En kolay elektron veren en aktiftir. Metallerin aktifliği minimum ayrışma gerilimlerinin artışına göre sıralanırsa, aktiflik sırası elde edilmiş olur.

Bir elementin bir molünü bileşiğinden ayırarak, elementi saf olarak elde etmek için gerekli olan elektrik enerjisine minimum ayrışma gerilimi denir.

Ca için 2,87 volt

Zn için 0,76 volt

Fe için 0,44 volt

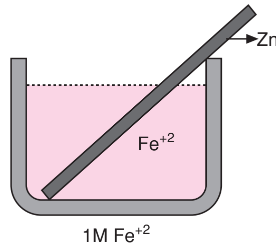
a) Metallerin aktifliği periyodik cetvelin bir grubunda yukarıdan aşağıya doğru inildikçe artar.

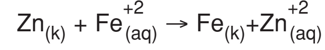
b) Metallerin aktifliği periyodik cetvelin bir periyodunda soldan sağa doğru ilerledikçe azalır.

Bunlar birer genellemedir. Mutlaka aykırılıklar vardır. Metal elementlerin aktiflik sırası; elektron verme, yükseltgenme eğilimlerinin ifadesidir. Bu durumu doğru karşılaştırmak için sulu çözeltideki iyonlar kullanılabilir. Bir metal çubuk, bir başka metalin iyonlarının bulunduğu sulu çözeltisine katılırsa iki olasılık ortaya çıkar.

1. Bir metal diğer bir metalin sulu çözeltisindeki iyonları ile tepkime verip, onu element hale dönüştürüyorsa ondan daha aktiftir. Bu tür tepkimeler kendiliğinden gerçekleşir.

Şekilde verilen kapta Fe^{+2} iyonları bulunmaktadır. Bu çözeltiyi arı Zn metal çubuk daldırıldığında,





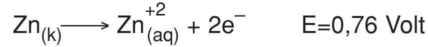
$$Zn_{(k)} + Fe^{+2}_{(aq)} \rightarrow Fe_{(k)} + Zn^{+2}_{(aq)}$$

tepkimesinin kendiliğinden gerçekleştiğini, Zn metal çubuk aşınırken dibe $Fe_{(k)}$ çöktüğünü gözlemleyebiliriz. Bunun anlamı Zn' nin Fe' den daha aktif olduğunu gösterir.

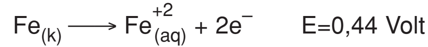
Zn metalinin elektron verme eğilimi, Fe’nin elektron verme eğiliminden büyüktür.

Zn metalin yükseltgenme eğilimi, Fe'nin yükseltgenme eğiliminden büyüktür.

Zn' nin yükseltgenme gerilimi, Fe' nin yükseltgenme geriliminden büyüktür.



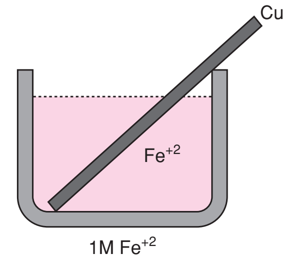
$Zn_{(k)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^-$ E=0,76 Volt



$Fe_{(k)} \longrightarrow Fe^{+2}_{(aq)} + 2e^-$ E=0,44 Volt

2. Bir metal diğer bir metalin sulu çözeltideki iyonları ile tepkime vermiyorsa, diğer element kendisinden daha aktiftir. Bu çözelti söz konusu olan metalden yapılmış kapta saklanabilir. Kap ile çözelti arasında tepkime olmaz kapta aşınma gözlenmez.

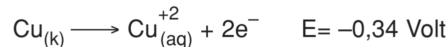
Şekildeki kapta 1M Fe^{+2} çözeltisi bulunmaktadır. Bu çözeltiyi Cu metalinin bir çubuğu katılarak yeterli süre beklenirse, bir tepkimenin olmadığı gözlenir.



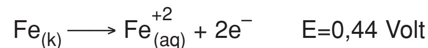
Cu metalinin elektron verme eğilimi, Fe' nin elektron verme eğiliminden daha küçüktür.

Cu metalinin yükseltgenme eğilimi, Fe metalinin yükseltgenme eğiliminden küçüktür.

Cu metalinin yükseltgenme gerilimi, Fe metalinin yükseltgenme geriliminden küçüktür.



$Cu_{(k)} \longrightarrow Cu^{+2}_{(aq)} + 2e^-$ E= –0,34 Volt



$Fe_{(k)} \longrightarrow Fe^{+2}_{(aq)} + 2e^-$ E=0,44 Volt

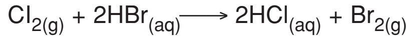
Fe^{+2} iyonlarını içeren çözelti Cu metalinden yapılmış kapta rahatlıkla saklanabilir. Kap ile çözelti arasında tepkime gerçekleşmez.

Ametallerin aktifliği elektron alma eğilimidir.

a) Periyodik tablonun bir periyodunda soldan sağa doğru ilerledikçe artar. Buna 8A dahil değildir.

b) Bir grupta yukarıdan aşağıya doğru indikçe azalır.

Bunlar birer genellemedir. Ametallerin aktifliği elektron alma, indirgenme eğilimi gösterir. Bu karşılaştırmayı doğru yapmak için sulu çözeltiler kullanılmalıdır. Bir ametal, başka bir ametalin sulu çözeltideki iyonunu yükseltgeyerek saf hale getiriyorsa, daha aktiftir.

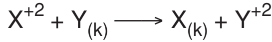


$Cl_{2(g)} + 2HBr_{(aq)} \longrightarrow 2HCl_{(aq)} + Br_{2(g)}$

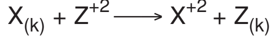
Bu tepkime kendiliğinden gerçekleştiği için Cl elementi, Br elementinden daha aktiftir.

$Cl_{2(g)} + 2HF_{(aq)} \rightarrow$ tepkimesi kendiliğinden gerçekleşmez. Bundan dolayı Cl_2 elementi, F_2 elementinden daha az aktiftir.

ÖRNEK



$X^{+2} + Y_{(k)} \longrightarrow X_{(k)} + Y^{+2}$



$X_{(k)} + Z^{+2} \longrightarrow X^{+2} + Z_{(k)}$

tepkimeleri kendiliğinden olmaktadır.

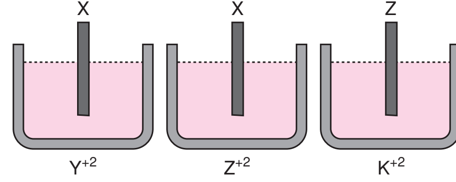
Buna göre X, Y ve Z metallerinin aktifliklerine göre, büyükten küçüğe doğru sıralanışı nedir?

A) X, Z,Y B) X, Y, Z C) Y, Z,X

D) Y, X, Z E) Z, X, Y

ÇÖZÜM

ÖRNEK



Yukarıdaki kaplardan yalnızca I. de tepkime olmaktadır. **Buna göre X, Y, Z metallerinin elektron verme eğilimlerine göre, küçükten büyüğe doğru sıralanışı nedir?**

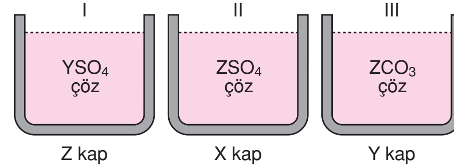
A) X, Y, Z, K B) Y, X, Z, K C) K, Z, X, Y

D) X, Z, K, Y E) K, Z, Y, X

ÇÖZÜM

ÖRNEK

X, Y ve Z metallerinin aktiflik sırası X>Y>Z şeklindedir. Bu metallerden yapılmış kapların içinde aşağıdaki çözeltiler vardır.



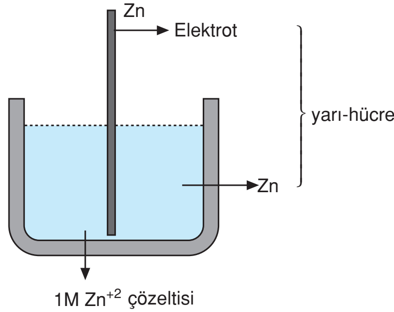
Yukarıdaki metal kapların hangilerinde bir süre sonra aşınma gözlenir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

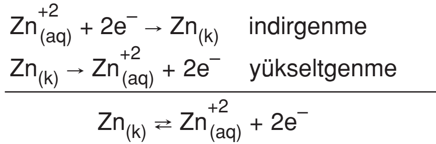
ÇÖZÜM

Uzun bir metal parçası, elektrokimyasal çalışmalarda kullanıldığında elektrot adını alır. Elektrot, metal iyonları içeren çözeltiye daldırıldığında oluşan düzeneğe yarı hücre denir.



Zn^{+z} iyonları, Zn elektroda çarparak elektron kazanır ve nötr hale gelir. Bu durumda iyon indirgenir.

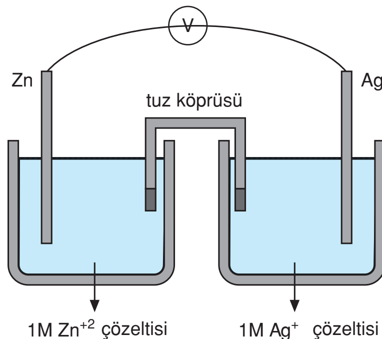
Zn'deki metal atomları, elektron kaybederek Zn^{+2} iyonları halinde çözeltiye katılır. Bu durumda metal atomu yükseltgenir.



$$Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow Zn_{(k)} \quad \text{indirgenme}$$
$$Zn_{(k)} \rightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^{-} \quad \text{yükseltgenme}$$
$$Zn_{(k)} \rightleftharpoons Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^{-}$$

Yarı-hücrede, elektrotta ve çözeltide bu denge nedeniyle oluşan değişimler ölçülmeyecek kadar az olduğundan, ölçümlerimiz iki farklı yarı-hücrenin birleştirilmesini temel alır. Hücreler birleştirildiğinde, bir yarı-hücrenin elektrodundan diğer yarı-hücrenin elektroduna elektronların çıkış eğilimi ölçülebilir.

Elektrotlar, elektrotta indirgenme veya yükseltgenmenin oluşmasına göre sınıflandırılırlar indirgenmenin oluştuğu elektroda katot, yükseltgenmenin oluştuğu elektroda anot denir.



Yukarıdaki şekil iki yarı-hücrenin birleşimini göstermektedir.

Yarı-hücrenin birisinde Zn elektrot $Zn^{+2}_{(aq)}$ ile, diğerinde Ag elektrot $Ag^{+}_{(aq)}$ ile temastadır.

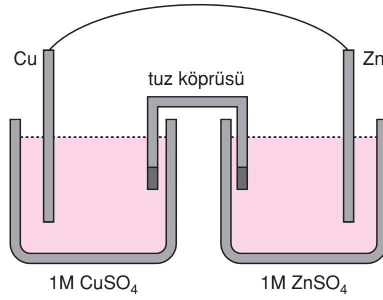
Bu iki elektrot iletken tellerle voltmetreye bağlanmışlardır. Elektrik devresini tamamlamak için iki çözeltininde elektriksel bağlanması gerekir. Çözeltiler boyunca yük, iyonların göçüyle taşındığından, bu bağlantı için tel kullanılamaz. Çözeltiler ya bir gözenekli engel boyunca doğrudan temasta olmalı veya tuz köprüsü denilen bir U tüpündeki üçüncü bir çözeltiyle birleştirilmelidirler. İki yarı-hücrenin uygun şekilde bağlanmış birleşimine elektrokimyasal hücre denir.

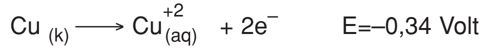
2. ELEKTROKİMYASAL PİLLER

Kendiliğinden oluşan tepkimelerden yararlanılarak oluşturulan elektrik enerjisi üreteçlerine **pil** denir.

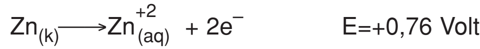
Yükseltgenme – İndirgenme tepkimelerinin belkide en yararlı uygulaması kimyasal enerjinin elektrik enerjisine çevrilmesidir. Yükseltgenme sonucu açığa çıkan elektronlar indirgenecek olan maddeye doğru giderken elektrik akımı oluşur. Hızlı ve kendiliğinden yürüyen bütün yükseltgenme indirgenme tepkimeleri elektrokimyasal pil şeklinde akım verecek tarzda, düzenlenebilir. Elektrokimyasal pil (hücre) terimi, kendiliğinden oluşan bir redoks tepkimesinden yararlanılarak elektrik akımı oluşturan, ya da elektrik akımı yardımı ile kendiliğinden olmayan bir redoks tepkimesini gerçekleştiren düzeneklerin genel adıdır. Bu bölümde, elektrik akımı üretmek için kendiliğinden oluşan kimyasal tepkimelerin kullanıldığı elektrokimyasal pilleri, italyan fizyolog Luigi Galvani' nin adından dolayı **Galvanik Pilleri** (hücreleri) inceleyeceğiz.

Galvanik hücrenin en tanınmış ve en eski örneği çinko – bakır pildir. Galvanik bir hücrede kendiliğinden oluşan tepkime, yükseltgenmenin meydana geldiği anottan, dış devreye elektronlar gönderilir. Bu elektronlar dış devreden pilin katoduna ulaşır ve orada indirgenme için kullanılır.





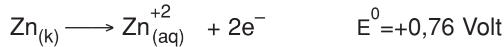
$$Cu_{(k)} \longrightarrow Cu^{+2}_{(aq)} + 2e^- \qquad E=-0,34 \text{ Volt}$$



$$Zn_{(k)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^- \qquad E=+0,76 \text{ Volt}$$

1. Yükseltgenmenin olduğu elektroda **anot** denir. Pillerdeki (–) kutup anottur. Anotta elektrolit çözeltiye batırılmış metal elektrot elektron vererek katyon haline gelirken elektronların akımı; dış devrede, anottan katoda doğru olur.

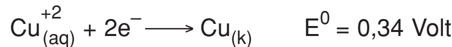
   Metal elektrodun kütlesi aşınmadan dolayı azalırken çözeltideki katyonların derişimi artar. Çözelti (+) yüklenir. Buna tuz köprüsü (–) iyonlar göndererek engeller. Bu pilde aktifliği daha fazla olan Zn anottur.



$$Zn_{(k)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^- \qquad E^0=+0,76 \text{ Volt}$$

2. İndirgenmenin olduğu elektroda **katot** adı verilir. Katoda gelen elektronlar çözeltideki katyonların derişimi azalır. Çözelti (–) yüklenir. Bunu tuz köprüsü (+) yüklü iyonlar göndererek engeller. Açığa çıkan madde katı ise metal elektrodun üzerini kaplar ve metal elektrodun kütlesi artar. Açığa çıkan gaz ise hücreyi terk eder.

   Bu pilde Zn' den az aktif olan Cu katottur. $CuSO_4$ çözeltisindeki Cu^{+2} iyonları indirgenir.



$$Cu^{+2}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(k)} \qquad E^0 = 0,34 \text{ Volt}$$

3. Çözeltilerin birbirine karışmasını önlemek için iki elekrot bölgesini birleştiren ve elektriksel devreyi tamamlayan **tuz köprüsü** kullanılır. Tuz köprüsü tipik olarak köprü şekilli tüp içerisinde derişik sulu tuz çözeltisi içeren bir jelden oluşmaktadır. Köprü, iyonların akışına izin vererek elektrik devresini tamamlar. Genellikle KNO_3, KCl veya NH_4NO_3 tuzları kullanılır.

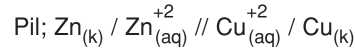
4. Galvanik pillerde fazlar arasında ara yüzey / ile gösterilir. Tuz köprüsü ise çift dikey çizgi (//) ile gösterilir.



Anot; $Zn_{(k)} / Zn^{+2}_{(aq)}$

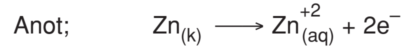


Katot; $Cu^{+2}_{(aq)} / Cu_{(k)}$

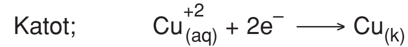


Pil; $Zn_{(k)} / Zn^{+2}_{(aq)} // Cu^{+2}_{(aq)} / Cu_{(k)}$

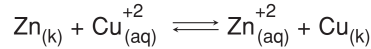
5. Pil tepkimesi anot ve katotta gerçekleşen yarı pil tepkimeleri toplanarak elde edilir.



Anot; $Zn_{(k)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^-$



Katot; $Cu^{+2}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(k)}$

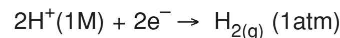


$$Zn_{(k)} + Cu^{+2}_{(aq)} \rightleftharpoons Zn^{+2}_{(aq)} + Cu_{(k)}$$

Hücre voltajları mümkün olan en kesin ölçümlerdendir. Bununla birlikte, tek bir elektrodun potansiyeli kesin olarak belirlenemez. Böyle ölçümler yapılabilinseydi, bir elektrot potansiyeli diğerinden çıkarılarak hücre voltajı elde edilirdi.

Bununla birlikte, keyfi olarak seçilen bir yarı-hücrenin elektrot potansiyeli sıfır kabul edilerek aynı sonuca ulaşılabilir.

Daha sonra diğer yarı-hücreler referansla karşılaştırılabilir. Herkesin kabul ettiği referans, standart hidrojen elektrodudur. Standart yarı-pil potansiyellerini karşılaştırma yapmak için seçilen hidrojenin elektrodun standart şartlarda ya-pil potansiyeli 0,00 volt olarak kabul edilmiştir.



$$2H^+(1M) + 2e^- \rightarrow H_{2(g)} \text{ (1atm)}$$

E = 0,00 volt

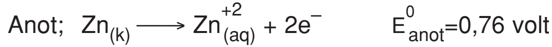
Hangi yarı pilin potansiyeli belirlenecekse hidrojen - yarı pili ile bir pil oluşturulur.

Standart Pil Gerilimi

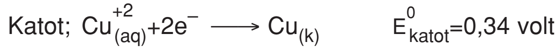
Tüm verilerin standart halde olduğunda ölçülen hücre gerilimidir. Elektrokimyasal süreçlerde; sulu ortamda, 25°C'de iyon derişiminin 1M, gaz basıncının 1 atm olduğu koşullara standart koşullar denir. Öyleyse bir galvanik hücrenin gerilimi, elektrot tepkimelerine katılan maddelerin türüne, maddenin derişimine ve sıcaklığa bağlıdır. Her bir elektrodun, hücre gerilimine katkısını gösteren, standart elektrot gerilimi E^0 ile gösterilir.

Standart koşullarda pil gerilimi ise E^0_{pil} ile gösterilir.

$$E^0_{pil} = E^0_{anot} + E^0_{katot}$$

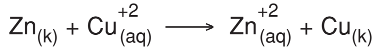


Anot; $Zn_{(k)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^-$ $\quad E^0_{anot}=0,76$ volt



Katot; $Cu^{+2}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(k)}$ $\quad E^0_{katot}=0,34$ volt

---

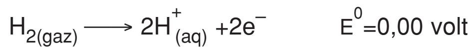


$$Zn_{(k)} + Cu^{+2}_{(aq)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + Cu_{(k)}$$

$E^0_{pil} = 1,10$ Volt

Pilin gerilimi, elektronların ya da pilin büyüklüğüne bağlı değildir. Küçük ya da büyük bir pil aynı voltajı verir. Ancak akım süresi değişir. Büyük olanlar daha uzun süre dayanır.

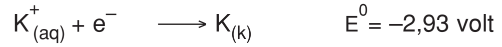
Elektrotların türü, başka bir ifade ile elektrotların gerilimi, pil gerilimini etkiler. Standart esas alınarak hesaplanmıştır. Standart hidrojen elektrodu (25°C de hidrojen iyonları derişimi 1M ve hidrojen gazı basıncı 1atm) nun gerilimi sıfır kabul edilmiştir.



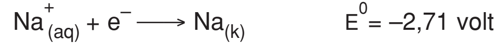
$H_{2(gaz)} \longrightarrow 2H^+_{(aq)} + 2e^-$ $\quad E^0=0,00$ volt

Elektrot gerilimi denilince, elektrodu oluşturan maddenin hidrojene göre gerilimidir.

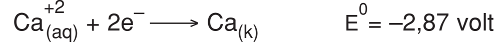
Başka bir madde hidrojen yerine başvuru elektrodu olarak alınırsa, elektrotların gerilimi değişir. Fakat pillerin gerilimi değişmez. Çünkü pil gerilimini fark oluşturmaktadır. Elektrotların gerilimlerinin farkı değişmeyecektir. Bazı elektrotların standart gerilimleri;



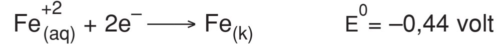
$K^+_{(aq)} + e^- \longrightarrow K_{(k)}$ $\quad E^0 = -2,93$ volt



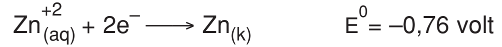
$Na^+_{(aq)} + e^- \longrightarrow Na_{(k)}$ $\quad E^0 = -2,71$ volt



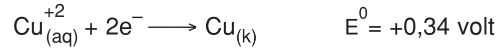
$Ca^{+2}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Ca_{(k)}$ $\quad E^0 = -2,87$ volt



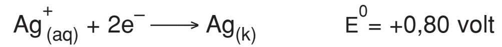
$Fe^{+2}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Fe_{(k)}$ $\quad E^0 = -0,44$ volt



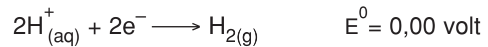
$Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Zn_{(k)}$ $\quad E^0 = -0,76$ volt



$Cu^{+2}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(k)}$ $\quad E^0 = +0,34$ volt



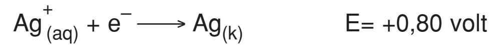
$Ag^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Ag_{(k)}$ $\quad E^0 = +0,80$ volt



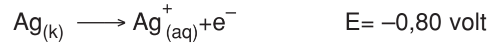
$2H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)}$ $\quad E^0 = 0,00$ volt

Standart elektrot gerilimleri; 25°C' de sulu çözeltide iyonların derişiminin 1M, gaz basıncının 1atm olduğu koşullarda belirlenmiştir. Sıcaklık ve derişim değişirse E^0 da değişir.

E^0 değeri, yarı tepkimenin yazıldığı yönün işaretini taşır. Tepkime ters çevrilince işaret değiştirilmelidir.



$Ag^+_{(aq)} + e^- \longrightarrow Ag_{(k)}$ $\quad E= +0,80$ volt

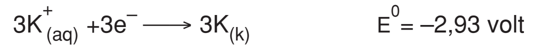


$Ag_{(k)} \longrightarrow Ag^+_{(aq)} + e^-$ $\quad E= -0,80$ volt

Bir yarı tepkimenin bir faktör ile çarpılması E^0 değerini değiştirmez.



$K^+_{(aq)} + e^- \longrightarrow K_{(k)}$ $\quad E^0 = -2,93$ volt

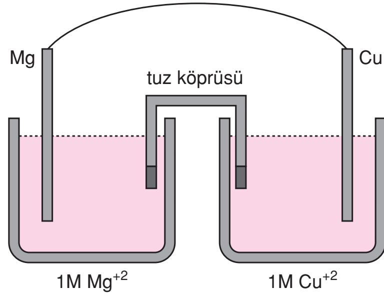


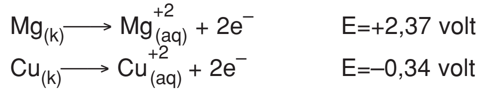
$3K^+_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow 3K_{(k)}$ $\quad E^0 = -2,93$ volt

E^0 pozitif ise o tepkimenin yazıldığı yönde kendiliğinden oluşma eğiliminin olması anlamına gelir.

E^0 negatif ise tepkimenin yazıldığı yönde kendiliğinden ilerleyemeyeceği anlamına gelir. E^0_{pil} hesaplandığında negatif sonuç verirse, pil gösterilen yönde çalışmayacağını anlatır.

ÖRNEK





$Mg_{(k)} \longrightarrow Mg^{+2}_{(aq)} + 2e^-$ E=+2,37 volt

$Cu_{(k)} \longrightarrow Cu^{+2}_{(aq)} + 2e^-$ E=–0,34 volt

yukarıda verilen pil için;

I. Elektron akımı dış devrede Mg' den Cu' yadır.

II. Zamanla Cu elektrodun kütlesi artar.

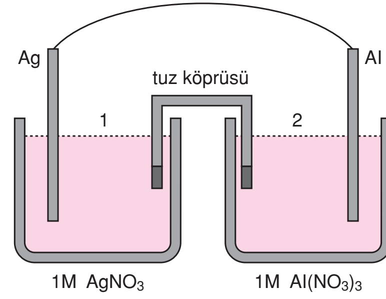
III. Standart pil gerilimi 2,71 volttur.

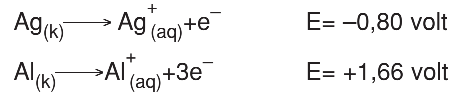
yargılardan hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

ÇÖZÜM

ÖRNEK





$Ag_{(k)} \longrightarrow Ag^{+}_{(aq)} + e^-$ E= –0,80 volt

$Al_{(k)} \longrightarrow Al^{+}_{(aq)} + 3e^-$ E= +1,66 volt

Şekilde verilen piller için;

I. (+) yüklü iyonlar tuz köprüsünde Ag yarı piline doğru akar.

II. Al elektrodun kütlesi zamanla artar.

III. Standart pil gerilimi 2,46 volttur.

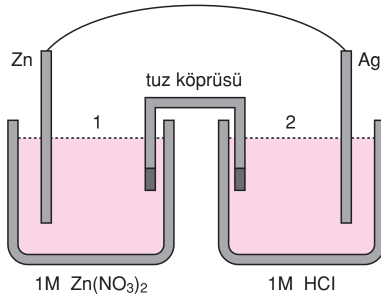
yargılarından hangileri doğrudur?

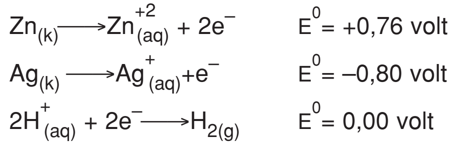
A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve III E) II ve III

ÇÖZÜM

ÖRNEK





$Zn_{(k)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^-$ $\quad E^0 = +0,76$ volt

$Ag_{(k)} \longrightarrow Ag^{+}_{(aq)} + e^-$ $\quad E^0 = -0,80$ volt

$2H^{+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)}$ $\quad E^0 = 0,00$ volt

Yukarıda verilen pil için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

A) Elektron akımı dış devrede Zn' den Ag' yedir.

B) Zamanla 2. kaptaki çözeltinin pH'ı artar.

C) Ag elektrodun kütlesi artar.

D) (+) yüklü iyonların akımı tuz köprüsünde Ag yarı piline doğru olur.

E) Zamanla Zn elektrodun kütlesi azalır.

ÇÖZÜM

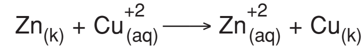
3. NERNST DENKLEMİ

Derişimin Gerileme Etkisi (Nernst Denklemi)

Bir maddenin tepkime verme eğilimi, maddenin kimyasal özelliğine ve derişimine bağlıdır. Le Chatelier prensibi ve çarpışma teorisi bize derişimin etkisini açıklar. Derişim arttıkça birim zamandaki çarpışma sayısı artar ve maddenin tepkimeye girme eğilimi artar. Tepkimenin denge hali derişimi artan maddenin derişimini azaltmak, derişimi azalan maddenin derişimini arttırmak eğilimindedir. Derişim değişiminin tepkimeyi hangi yönde etkilediğine bağlı olarak pil gerilimini etkiler.

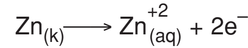
1. Tepkime denklemini ürünler tarafına kaydırarak hızlandırıyorsa, pil gerilimi artar.

2. Tepkime denklemini girenler tarafına kaydırarak hızlandırıyorsa, pil gerilimi azalır.



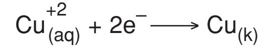
$Zn_{(k)} + Cu^{+2}_{(aq)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + Cu_{(k)}$

tepkimesinin anot yarı tepkimesi yazılabilir;



$Zn_{(k)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^-$

Zn^{+2} derişimi artırılırsa tepkimenin ürünler tarafına gitme istemini azaltır. Dolayısıyla pil gerilimi düşer. Zn^{+2} iyonları derişimi azaltılırsa tepkimenin ürünler tarafına gitme istemini artırır, pil gerilimi artar. Tepkimenin katot yarı tepkimesi yazılabilir;



$Cu^{+2}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(k)}$

Cu^{+2} iyonları derişimi artırılırsa, tepkimenin ürünler tarafına gitme istemi artar, pil gerilimi artar. Cu^{+2} iyonları derişimi azaltılırsa, tepkimenin ürünler tarafına gitme istemini azaltır, pil gerilimi azalır.

3. Derişim değişimin elektrot gerilimine, pil gerilimine veya tepkimenin kendiliğinden oluşma eğilimine etkisi **Nernst Denklemi** ile belirlenir.

$$E_{pil} = E^0_{pil} - \frac{0,059}{n} \log K_ç$$

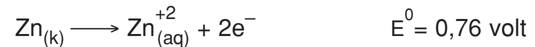
E^0_{pil} : Standart pil gerilimi

n : Alınan veya verilen elektron sayısı, yükseltgenme sayısı

E_{pil} : Derişimin 1M olmadığı durumdaki pil gerilimi

$K_ç$: Derişime bağlı denge sabiti

0,059 yaklaşık olarak 0,06 olarak kullanılacaktır.



$Zn_{(k)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^-$ $\quad E^0 = 0,76$ volt

Zn^{+2} iyonları derişimi 0,001 molar ise;

$E_{anot} = E^0 - 0,06/n \log [Zn^{+2}]$

$E_{anot} = 0,76 - 0,06/2 \log 10^{-3}$

$E_{anot} = 0,76 + 0,09$

$= 0,85$ volt

yarı pil tepkimesinin gerilimleri hesaplandıktan sonra pil gerilimi hesaplanabilir.

Bu durumda pilin gerilimi;

Anot: $Zn_{(k)} \longrightarrow Zn^{+2}(0,001M)+2e^-$ $E = 0,85$ volt

Katot: $Cu^{+2}(1M) \longrightarrow Cu_{(k)}$ $E = 0,34$ volt

$Zn_{(k)}+Cu^{+2}(1M) \longrightarrow Zn^{+2}(0,001M) + Cu_{(k)}$

$E_{pil} = E_{anot} + E_{katot}$

$= 0,85+0,34$

$= 1,19$ volt

toplu pil tepkimesi üzerinden de hesaplanabilir.

$Zn_{(k)}+ Cu^{+2}(1M) \longrightarrow Zn^{+2}(0,001M) + Cu_{(k)}$

$E_{pil} = E^0_{pil} - 0,06/n \log ([ürünler] / [girenler])$

$=1,10 - 0,06/2 \log [(Zn^{+2}) / (Cu^{+2})]$

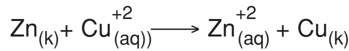
$=1,10-0,03. \log (0,001/1)$

$=1,10 + 0,03.3$

$=1,10 + 0,09$

$=1,19$ volt

Bu hesaplamalardan şu sonucu çıkarabiliriz; anottaki çözeltinin derişimi düşürülürse pil gerilimi artar.



$Zn_{(k)}+ Cu^{+2}_{(aq)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + Cu_{(k)}$

Anot çözeltisinin derişimi 1M alınıp, katot çözeltisinin derişimi 0,01M alınırsa;

$Cu^{+2}(0,01M) + 2e^- \longrightarrow Cu_{(k)}$

$E_{katot} = E^0 - 0,06/2 \log (1/[Cu^{+2}])$

$E_{katot} = 0,34 - 0,03 \log (1/ 0,01)$

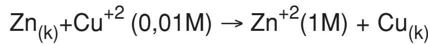
$= 0,34 - 0,03.2$

$= 0,34 - 0,06$

$= 0,28$ volt

Anot: $Zn_{(k)} \longrightarrow Zn^{+2}(1M) + 2e^-$ $E^0 = 0,76$ volt

Katot: $Cu^{+2}(0,01M)+2e^- \longrightarrow Cu_{(k)}$ $E = 0,28$ Volt



$Zn_{(k)}+Cu^{+2}(0,01M) \rightarrow Zn^{+2}(1M) + Cu_{(k)}$

$E_{pil} = E_{anot} + E_{katot}$

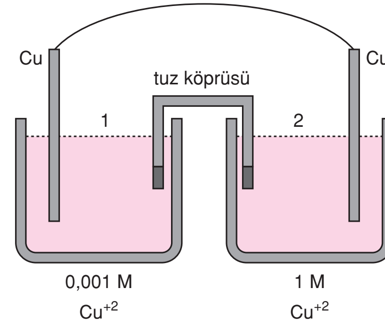
$= 0,76 + 0,28$

$= 1,04$ volt

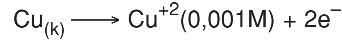
Bu hesaplamalardan şu sonucu çıkarabiliriz; katottaki çözeltinin derişimi azaltılırsa pil gerilimi azalır. Derişim değişimlerinin pil gerilimine etkisinden yararlanılarak derişim pilleri geliştirilmiştir.

Derişim Pilleri

Aynı elektrot ve elektrolitlerden oluşan ve elektrolitlerin derişim farkından dolayı çalışan pillere **derişim pilleri** denir.

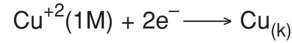


Derişimi düşük olan çözeltideki elektrot anottur. Bu pilde 1. kaptaki elektrot anottur. Metal elektrot elektron vererek iyon haline geçer. Elektron akımı 1. elektrottan 2. elektroda doğru olur.

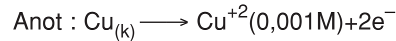


$Cu_{(k)} \longrightarrow Cu^{+2}(0,001M) + 2e^-$

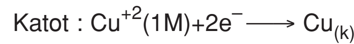
Derişik çözeltideki elektrot katotdur. Çözeltideki katyonlar anottan gelen elektronları alarak indirgenir ve metal elektrodun üzerini kaplar.



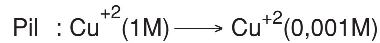
$Cu^{+2}(1M) + 2e^- \longrightarrow Cu_{(k)}$



Anot : $Cu_{(k)} \longrightarrow Cu^{+2}(0,001M)+2e^-$



Katot : $Cu^{+2}(1M)+2e^- \longrightarrow Cu_{(k)}$



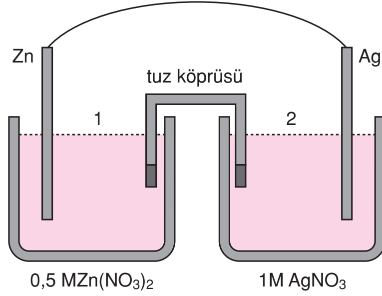
Pil : $Cu^{+2}(1M) \longrightarrow Cu^{+2}(0,001M)$

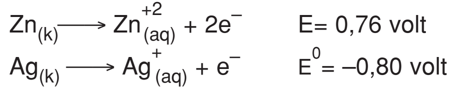
$$E_{pil} = E^0_{pil} - \frac{0,06}{2} \log \frac{[ürün]}{[giren]}$$

$$= 0 - \frac{0,06}{2} \log \left(\frac{0,001}{1}\right)$$

$= +0,09$ Volt

ÖRNEK





$Zn_{(k)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^-$ E= 0,76 volt

$Ag_{(k)} \longrightarrow Ag^{+}_{(aq)} + e^-$ E^0 = –0,80 volt

Yukarıda verilen pil için aşağıdakilerden hangisi yanlış olur? (log5=0,7)

A) Pil gerilimi 1,569 volttur.

B) Elektron akımı dış devrede Zn' den Ag' ye doğrudur.

C) 1. Kaba saf su eklenirse pil gerilimi azalır.

D) 2. Kaba $AgNO_3$ katkısı ilave edilip çözülürse pil gerilimi artar.

E) Zamanla Ag çubuğunun kütlesi artar.

ÇÖZÜM

4. REDOKS REAKSİYONLARININ İSTEMLİLİĞİ

İstemli tepkimeler için ölçü,

$\Delta G < 0$ olmalıdır ve ΔG = nFEpil dir.

n = Elektrotlar arasında aktarılan elektronların mol sayısı.

E_{pil} = Başlangıç pil potansiyeli

F = Faraday sabiti = 96500 kolon

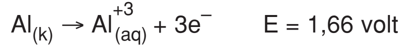
Standart koşullarda;

$$\Delta G^o = nFE^o_{pil}$$

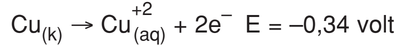
Bu eşitliğe göre, redoks tepkimelerinde $\Delta G < 0$ olduğunda $E_{pil} > 0$ dır. Başka bir deyişle, ΔG negatif ise E_{pil} pozitif olmalıdır.

* E_{pil} pozitif ise, tepkime belirtilen koşullarda ile yönde istemlidir. E_{pil} negatif ise, tepkime belirtilen koşullarda ters yönde istemlidir. E_{pil} = 0 ise tepkime belirtilen koşullarda dengededir.
* Hücre tepkimesi ters çevrilirse Epil'in işareti değişir.

ÖRNEK

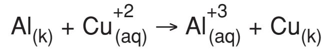


$Al_{(k)} \rightarrow Al^{+3}_{(aq)} + 3e^-$ E = 1,66 volt



$Cu_{(k)} \rightarrow Cu^{+2}_{(aq)} + 2e^-$ E = –0,34 volt

olduğuna göre;



$Al_{(k)} + Cu^{+2}_{(aq)} \rightarrow Al^{+3}_{(aq)} + Cu_{(k)}$

tepkimesi için;

I. Standart koşullarda pil potansiyeli 2,00 volttur.

II. Gösterilen yönde istemlidir.

III. $E^0_{pil} < 0$ dir.

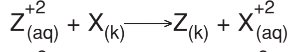
yargılarından hangisi doğrudur?

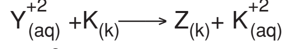
A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

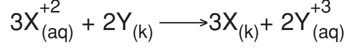
D) I ve III E I, II ve III

ÇÖZÜM

1. Aşağıdaki tepkimeler kendiliğinden olmaktadır.


$Z^{+2}_{(aq)} + X_{(k)} \longrightarrow Z_{(k)} + X^{+2}_{(aq)}$


$Y^{+2}_{(aq)} + K_{(k)} \longrightarrow Z_{(k)} + K^{+2}_{(aq)}$

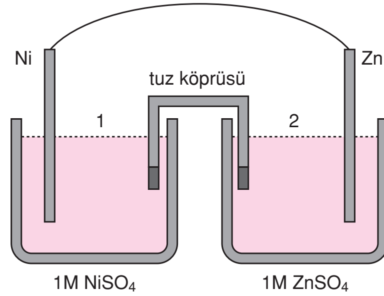

$3X^{+2}_{(aq)} + 2Y_{(k)} \longrightarrow 3X_{(k)} + 2Y^{+3}_{(aq)}$

Buna göre, X,Y,Z ve K metallerinin elektron verme eğilimlerinin küçükten büyüğe doğru sıralanışı nedir?

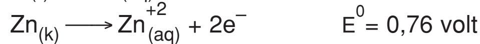
A) Z, X, Y, K B) X, Y, K, Z C) Y, K, Z, X
D) K, Z, Y, X E) Z, Y, X, K

ÇÖZÜM

2.




$Ni_{(k)} \longrightarrow Ni^{+2}_{(aq)} + 2e^-$ $E^0 = 0{,}25$ volt

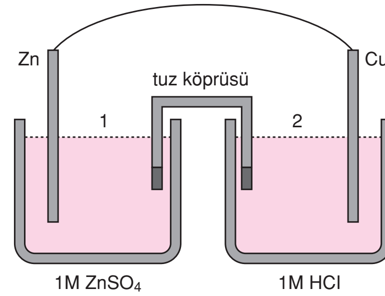

$Zn_{(k)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^-$ $E^0 = 0{,}76$ volt

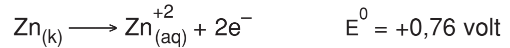
Şekil çalışan bir elektrokimyasal pili göstermektedir. **Bu pil için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?**

A) Pozitif iyonlar tuz köprüsünde Ni elektroda doğru gider.
B) Zamanla Ni elektrodun kütlesi azalır.
C) Elektron akımı dış devrede Zn'den Ni'e doğru olur.
D) Negatif iyonlar tuz köprüsünde Zn elektroda doğru gider.
E) Zamanla Zn çubuğunun kütlesinde azalma olur.

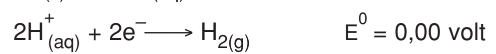
ÇÖZÜM

3.




$Zn_{(k)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^-$ $E^0 = +0{,}76$ volt


$Cu_{(k)} \longrightarrow Cu^{+2}_{(aq)} + 2e^-$ $E^0 = -0{,}34$ Volt


$2H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)}$ $E^0 = 0{,}00$ volt

şekildeki pil sistemi için;

I. Standart pil gerilimi 1,10 volttur.
II. Bakır elektrot çevresinde gaz çıkışı olur.
III. 2. Kaptaki çözeltinin pH'ı yükselir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

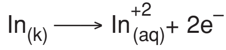
ÇÖZÜM

4. $Cr_{(k)} \longrightarrow Cr^{+2}_{(aq)} + 2e^-$ $E^0 = +0,34$ Volt

$Cr_{(k)} + In^{+2}_{(aq)} \longrightarrow Cr^{+2}_{(aq)} + In_{(k)}$

pili için $E^0_{pil} = 0,40$ volttur.

Buna göre;


$In_{(k)} \longrightarrow In^{+2}_{(aq)} + 2e^-$

yarı pil tepkimesinin gerilimi kaç volttur?

A) –0,06 B) –0,009 C) –0,23

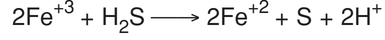
D) 0,06 E) 0,74

ÇÖZÜM

5. $2H^+_{(aq)} + S + 2e^- \longrightarrow H_2S$ $E^0 = +0,14$ volt

$Fe^{+2}_{(aq)} \longrightarrow Fe^{+3}_{(aq)} + e^-$ $E^0 = -0,77$ volt

verildiğine göre,


$2Fe^{+3} + H_2S \longrightarrow 2Fe^{+2} + S + 2H^+$

tepkimesi için aşağıdakilerden hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) Fe^{+3} iyonları yükseltgendir.

B) Tepkime yazıldığı yönde kendiliğinden oluşur.

C) Tepkime yürüdükçe pH azalır.

D) Tepkimenin $E^0 = 0,91$ volttur.

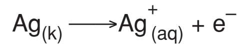
E) H_2S' deki kükürt yükseltgenmektedir.

ÇÖZÜM

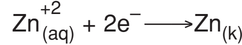
6. $Ag_{(k)} \longrightarrow Ag^+_{(aq)} + e^-$ $E^0 = -0,80$ volt

$Zn_{(k)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^-$ $E^0 = +0,76$ volt

olduğuna göre;


$Ag_{(k)} \longrightarrow Ag^+_{(aq)} + e^-$

yarı pil tepkimesinin E^0 değeri sıfır kabul edilirse


$Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Zn_{(k)}$

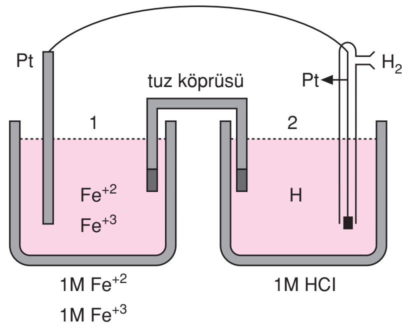
tepkimesinin değeri kaç volt olur?

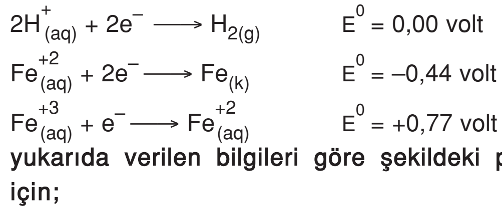
A) +1,56 B) –1,56 C) +0,04

D) –0,04 E) –0,86

ÇÖZÜM

7.





$2H^{+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow H_{2(g)}$ $\quad E^{0} = 0{,}00$ volt

$Fe^{+2}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow Fe_{(k)}$ $\quad E^{0} = -0{,}44$ volt

$Fe^{+3}_{(aq)} + e^{-} \longrightarrow Fe^{+2}_{(aq)}$ $\quad E^{0} = +0{,}77$ volt

yukarıda verilen bilgileri göre şekildeki pil için;

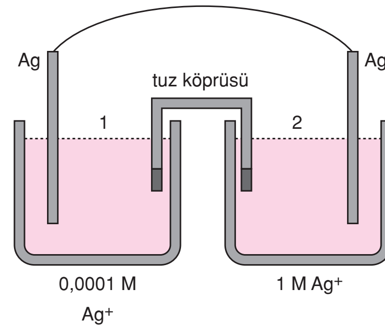
I. Pilin gerilimi 0,77 volttur.
II. Pil çalışırken H_2 yükseltgenir.
III. 1.kapta Pt demirle kaplanır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

8.



Şekilde verilen pil için;

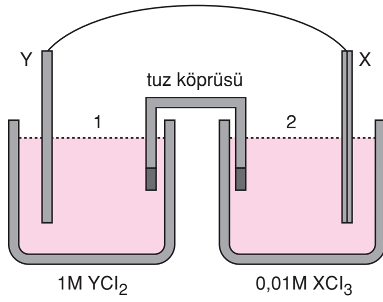
I. 1. Kaptaki elektrot anottur.
II. 2. Kaptaki Ag metal çubuğunun kütlesi artar.
III. Pil gerilimi 0,24 volttur.

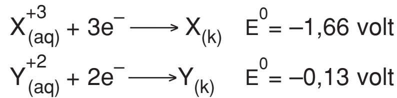
yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

9.





$X^{+3}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow X_{(k)}$ $E^0 = -1,66$ volt

$Y^{+2}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Y_{(k)}$ $E^0 = -0,13$ volt

şekildeki pil sisteminde 1. kapta bulunan YCl_2 derişimi 1M, 2. kapta bulunan XCl_3 derişimi 10^{-2}M dir.

Buna göre;

I. Pilin gerilimi 1,53 volt olur.

II. Pil çalışırken 2 mol X çözündüğünde, 3 mol Y toplanır.

III. 2. kaba $X(NO_3)_3$ katısı ilave edilip çözülürse pil gerilimi artar.

yargılarından hangileri doğru olur?

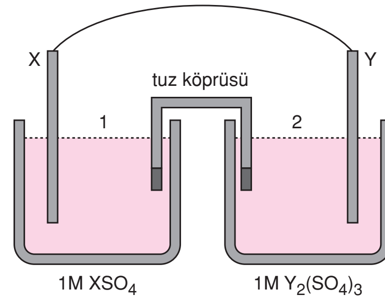
A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve III E) II ve III

ÇÖZÜM

ESEN YAYINLARI

10.



1M XSO_4 1M $Y_2(SO_4)_3$

Şekilde verilen pilde 1. kapta 1M lik XSO_4 çözeltisi, 2. kapta1M lik $Y_2(SO_4)_3$ çözeltisi bulunmaktadır.

Pil çalışırken zamanla 2. kaptaki Y^{+3} iyonlarının derişimi arttığına göre;

I. Kaptaki X^{+2} iyonlarının derişiminde azalma olur.

II. Dış devrede elektron akımı X' ten Y' ye doğru olur.

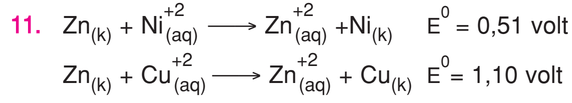
III. Y metal elektrodun kütlesi 2 mol azalırken 3 mol $X_{(k)}$ toplanır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

11. 
$Zn_{(k)} + Ni^{+2}_{(aq)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + Ni_{(k)}$ $E^0 = 0,51$ volt

$Zn_{(k)} + Cu^{+2}_{(aq)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + Cu_{(k)}$ $E^0 = 1,10$ volt

olduğuna göre;

I. Zn, Cu ve Ni elementlerinin indirgenme gerilimleri; Cu > Ni > Zn dir.

II. Cu – Ni pilinin standart pil gerilimi $E^0 = 0,59$ volttur.

III. Cu – Ni pilinde anot Cu dur.

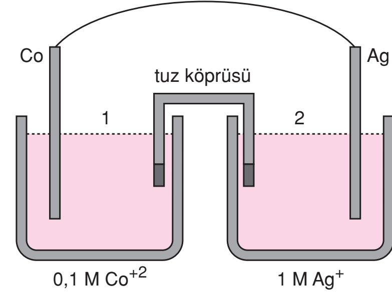
yargılarından hangileri doğru olur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I, II ve III

ÇÖZÜM

12.




$Co^{+2}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Co_{(k)}$ E = –0,28 Volt


$Ag^{+}_{(aq)} + e^- \longrightarrow Ag_{(k)}$ E = +0,80 volt

Şekilde verilen pil için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

(Ag_2S ve CoS katıları suda çözünmez.)

A) Pilin gerilimi 1,11 volttur.

B) Ag yarı piline $AgNO_3$ katısı eklenirse gerilim yükselir.

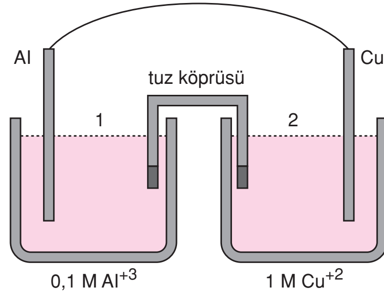
C) Co yarı piline Na_2S katısı eklenirse pil gerilimi yükselir.

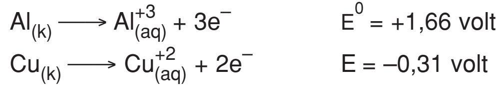
D) Co yarı piline $Co(NO_3)_2$ katısı katılırsa gerilim yükselir.

E) Ag yarı piline Na_2S katısı katılırsa gerilim düşer.

ÇÖZÜM

13.





$Al_{(k)} \longrightarrow Al^{+3}_{(aq)} + 3e^-$ $E^0 = +1,66$ volt

$Cu_{(k)} \longrightarrow Cu^{+2}_{(aq)} + 2e^-$ $E = -0,31$ volt

şekilde verilen pilde 0,27 amperlik bir akımın 2 saat süreyle sabit olarak aktığı varsayılıyor.

Buna göre;

I. Standart pil potansiyeli 2,0 volttur.

II. Al elektrodun kütlesi yaklaşık 0,18 g azalır

III. Cu elektrodun kütlesi yaklaşık 0,64 gram artar.

yargılarından hangileri doğrudur?

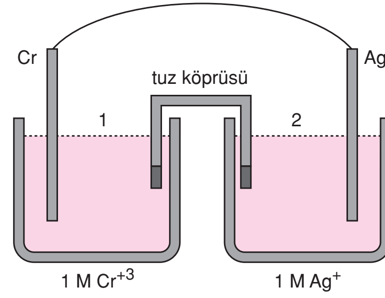
(Al=27, Cu=64, 1 mol e^- yükü 96500 kulon)

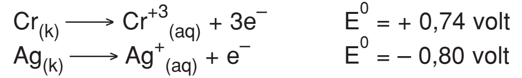
A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

14.





$Cr_{(k)} \longrightarrow Cr^{+3}{}_{(aq)} + 3e^-$ $E^0 = +\,0,74$ volt

$Ag_{(k)} \longrightarrow Ag^+{}_{(aq)} + e^-$ $E^0 = -\,0,80$ volt

olduğuna göre, pil sistemine uygulanan,

I. Ag yarı piline $AgNO_3$ katısı eklemek

II. Cr yarı piline $Cr(NO_3)_3$ katısı eklemek

III. Ag^+ iyonu içeren çözeltiden H_2S gazı geçirmek

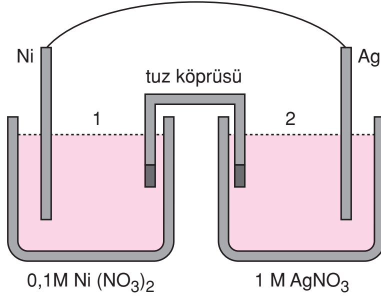
işlemlerinden hangileri pil potansiyelini artırır? (Ag_2S'nin sudaki çözünürlüğü çok azdır)

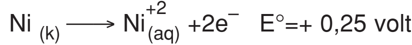
A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

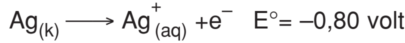
D) I ve III E) II ve III

ÇÖZÜM

1.




$Ni_{(k)} \longrightarrow Ni^{+2}_{(aq)} + 2e^-$ E°=+ 0,25 volt


$Ag_{(k)} \longrightarrow Ag^{+}_{(aq)} + e^-$ E°= –0,80 volt

Şekilde verilen pil için;

a) Elektrotlardan hangisi anottur?

b) Pil tepkimesini ve standart pil gerilimini yazınız.

c) 2. kaba Na_2S katısı eklenip çözülürse pil potansiyeli nasıl etkilenir?
(Ag_2S suda çözünmez)

2. X metali :
$HCl_{(aq)}$ ve $H_2O_{(s)}$ tepkime vermezken, H_2SO_4 çözeltisi ile tepkimesinde SO_2 gazı veriyor.

Y metali :
$H_2O_{(s)}$ ve HCl çözeltisi ile ayrı ayrı tepkime vererek H_2 gazı açığa çıkarıyor.

Z metali :
HCl çözeltisi ile tepkimesinde H_2 gazı açığa çıkarırken $H_2O_{(s)}$ ile tepkime vermiyor.

Buna göre ;

a) Metallerden hangisi soymetaldir?

b) X, Y, Z ve H elementlerinin yükseltgenme gerilimlerine göre büyükten küçüğe doğru sıralanışı nedir?

3.


$X_{(k)} + Y^{+}_{(aq)} \longrightarrow X^{+}_{(aq)} + Y_{(k)}$


$Z_{(k)} + X^{+}_{(aq)} \longrightarrow Z^{+}_{(aq)} + X_{(k)}$

tepkimeleri kendiliğinden oluşmaktadır.

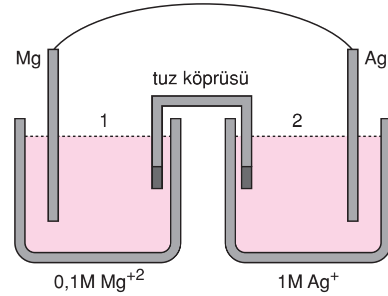
Buna göre ;

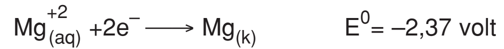
a) X, Y ve Z metallerinin indirgenme gerilimleri arasındaki ilişki nedir?

b) X, Y ve Z metallerinin birinci iyonlaşma enerjilerinin büyükten küçüğe doğru sıralanışı nedir?

c) Elektron verme eğilimi en yüksek olan metal hangisidir?

4.




$Mg^{+2}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Mg_{(k)}$ E^0= –2,37 volt


$Ag^{+}_{(aq)} + e^- \longrightarrow Ag_{(k)}$ E^0= +0,80 volt

şekilde verilen pilin 1. kabında 0,1M derişimli Mg^{+2} çözeltisi 2. kabında ise 1M derişimli Ag^+ çözeltisi vardır.

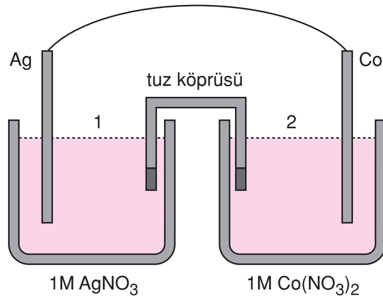
Buna göre ;

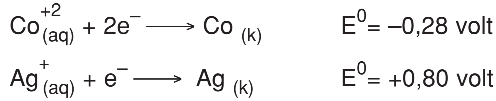
a) Metal elektrotlardan hangisi katottur?

b) Elektron akımının yönü nedir?

c) Pil gerilimi kaç volttur?

5.





$Co^{+2}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Co_{(k)}$ $E^0 = -0,28$ volt

$Ag^{+}_{(aq)} + e^- \longrightarrow Ag_{(k)}$ $E^0 = +0,80$ volt

şekilde verilen pil için aşağıdaki soruları cevaplayınız.

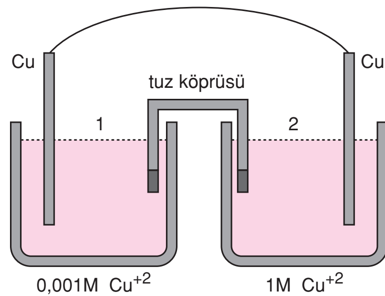
(Ag_2S ve CoS katıları suda çözünmez)

a) 1. kaba $AgNO_3$ katısı ilave edilerek çözülürse pil gerilimi nasıl etkilenir?

b) 2. kaba Na_2S katısı ilave edilip çözülürse pil gerilimi nasıl etkilenir?

c) 1. kaba Na_2S katısı ilave edilip çözülürse pil gerilimi nasıl etkilenir?

6.



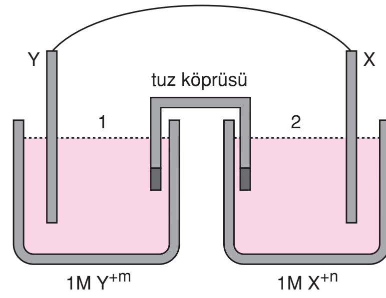
Şekilde verilen pil ile ilgili;

a) Hangi kaptaki elektrot anottur?

b) Hangi kapta bulunan çözeltideki Cu^{+2} iyonları derişimi azalır?

c) Pil gerilimi kaç volttur?

7.



Şekilde verilen pil çalışırken 0,4 mol Y çözünürken X elektrodun kütlesi 0,6 mol artıyor.

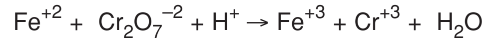
Buna göre ;

a) Pil tepkimesinin denklemini yazınız?

b) $\frac{n}{m}$ oranı kaçtır?

c) 1.kaba su katılarak çözelti seyreltilirse pil gerilimi nasıl değişir?

8.



$Fe^{+2} + Cr_2O_7^{-2} + H^+ \rightarrow Fe^{+3} + Cr^{+3} + H_2O$

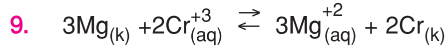
tepkimesi için E° = 0,56 volt tur.

Buna göre ;

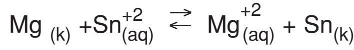
a) Denklem en küçük tam sayılarla denkleştirilirse H^+ iyonunun katsayısı kaç olur?

b) $Fe^{+2} \longrightarrow Fe^{+3} + e^-$ tepkimesi için $E^0 = -0,77$ volt ise, tepkimenin diğer yarısı için tepkimenin E^0 değeri kaçtır?

c) Ortamın pH'ı arttırılırsa tepkimenin E değeri nasıl etkilenir?

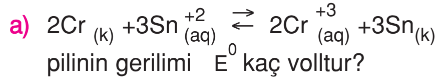
9. 
$3Mg_{(k)} + 2Cr^{+3}_{(aq)} \rightleftarrows 3Mg^{+2}_{(aq)} + 2Cr_{(k)}$

$E^0 = 1{,}63$ volt


$Mg_{(k)} + Sn^{+2}_{(aq)} \rightleftarrows Mg^{+2}_{(aq)} + Sn_{(k)}$

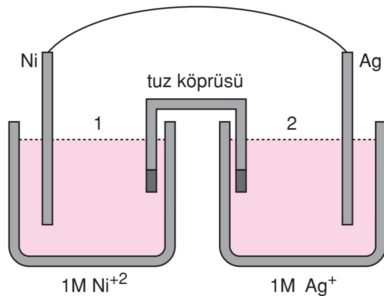
$E^0 = 2{,}23$volt

olduğuna göre ;

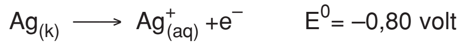
a) 
$2Cr_{(k)} + 3Sn^{+2}_{(aq)} \rightleftarrows 2Cr^{+3}_{(aq)} + 3Sn_{(k)}$
pilinin gerilimi E^0 kaç volttur?

b) Mg, Sn ve Cr elementlerinin elektron verme eğilimlerine göre, küçükten büyüğe doğru sıralanışı nedir?

10.




$Ni_{(k)} \longrightarrow Ni^{+2}_{(aq)} + 2e^-$ $\quad E^0 = +0{,}25$ volt


$Ag_{(k)} \longrightarrow Ag^{+}_{(aq)} + e^-$ $\quad E^0 = -0{,}80$ volt

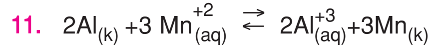
Yukarıda verilen pil için;

a) Pil çalışırken hangi elektrodun kütlesinde azalma olur?

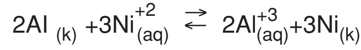
b) Standart pil gerilimi kaç volttur?

c) Devreden 0,27 amperlik akım 2 saat süreyle geçtiğinde, Ni elektrodun kütlesi yaklaşık kaç gram değişir? (Ni =55)

d) Aynı akım aynı süreyle geçtiğinde, Ag elektrodun kütlesi nasıl ve kaç gram değişir? (Ag= 108, 1 mol e^- yükü = 96500 kulon)

11. 
$2Al_{(k)} + 3Mn^{+2}_{(aq)} \rightleftarrows 2Al^{+3}_{(aq)} + 3Mn_{(k)}$

$E^0 = 0{,}48$ volt


$2Al_{(k)} + 3Ni^{+2}_{(aq)} \rightleftarrows 2Al^{+3}_{(aq)} + 3Ni_{(k)}$

$E^0 = 1{,}41$ volt

olduğuna göre ;

a) Ni – Mn pilinin pil denklemini yazınız.

b) Ni – Mn pilinin pil gerilimi kaç volt olur?

12.
- A metali B^{+2} iyonlarını indirgeyebilmektedir.
- B metali C^{+2} iyonlarını indirgeyemiyor.
- A – B pilinin standart pil gerilimi 1,38 volttur.
- B – C pilinin standart pil gerilimi 0,08 volttur.

Bu bilgilere göre, A – C pili için;

a) Pilin anotu hangi element olur?

b) Standart pil gerilimi kaç volt olur?

c) Devreden 0,02 mol elektron geçtiğinde C elektrodun kütlesi nasıl değişir? (C=48)

ELEKTROKİMYASAL HÜCRELER

1. İSTEMLİ REDOKS - GALVANİK HÜCRE
2. İSTEMSİZ REDOKS - ELEKTROLİZ HÜCRESİ

İtalyan fizyolog Luigi Galvani akım verilmiş kurbağa kasının reaksiyonunu gözleyerek elektriği incelemiştir.

Bir elektrokimyasal hücredeki reaksiyon iki ayrı bölgede yer alır. Yükseltgenme bir elektrotta meydana gelir ve verilen elektronlar, diğer elektroda bir dış devre üzerinden ulaşarak indirgenmeyi sağlar. Yükseltgenmenin olduğu taraf anot, indirgenmenin olduğu taraf katot olarak adlandırılır.

Bazı piller, aslında seri olarak birleştirilmiş piller topluluğudur; böyle pillere "batarya" demek daha doğrudur.

3. BÖLÜM

1. İSTEMLİ REDOKS - GALVANİK HÜCRE

Elektrokimyasal hücre terimi, istemli bir redoks reaksiyonundan yararlanılarak elektrik akımı oluşturulan ya da elektrik akımı yardımı ile, istemsiz bir redoks reaksiyonunu gerçekleştiren düzeneklerin genel adıdır.

İstemli kimyasal reaksiyonlardan yararlanılarak elektrik akımını üretmek için oluşturulan elektrokimyasal hücrelere Galvanik Hücre denir. Bir kaset çalar içindeki pil galvanik hücreye örnek verilebilir. Çünkü kendisiyle birleştirilmiş devre boyunca elektrik akımı üretmek üzere, hücre içinde kimyasal reaksiyon kullanılır. Galvanik hücre, hücre içeriği ile elektriksel temas sağlayan ve elektrot denilen iki metal iletken ile iyonik iletkenlik ortamı olan elektrolitten ibarettir. Elektrolitler, genelde iyonik bileşiklerin sulu çözeltileridir.

Depoladığı kimyasal enerjiyi daha sonra elektrik olarak salıveren bir düzenek ticari piller olarak adlandırılır. Bazı piller iki elektrot ve uygun elektrolitler içeren tek bir volta pilinden oluşmuşlardır. Flaş pili buna örnektir. Diğer ticari piller toplam potansiyeli artırmak için artıdan eksiye seri bağlanmış iki ya da daha fazla volta pilinden oluşmaktadır. Otomobil aküsü bu türe bir örnektir.

Ticari piller, birincil hücreler, ikincil hücreler ve yakıt pilleri olarak sınıflandırılır.

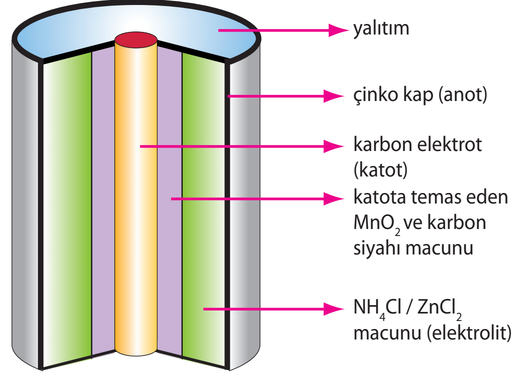
Birincil ticari piller: Hücre tepkimesi tersinir değildir. Girenlerin büyük kısmı ürünlere dönüştüğünde, artık daha fazla elektrik üretemez ve pil ölür.

İkincil ticari piller: Akümülatörlerdir. Hücre tepkimesi aküden elektrik geçirilerek tersine çevrilebilir yani yüklenebilir. Böyle bir pil her boşalışından sonra yüklenerek bir kaç yüz kez kullanılabilir.

Akış pilleri ve yakıt pilleri: Bu tür piller, içlerinden girenler, ürünler ve elektrolitler geçerken kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren düzeneklerdir.

a) Kuru Piller

Sıvı bileşeni olmayan pillere kuru piller denir.



Yapımı sırasında içine konan kimyasallardan elektrik üretir. Galvanik hücrenin bu tipi yeniden doldurulamaz; hücre tepkimesi dengeye ulaştığında, pil atılır. Kullanım alanı taşınabilir elektrik aletlerine güç sağlamakta yaygın olarak kullanılır. Bir kuru pil, başlangıçta yaklaşık 1,5 volt üretir, ancak kullanılmasıyla birlikte içinde tepkime ürünleri biriktiği için potansiyeli 0,8 volt dolaylarına düşer.

Bu piller Fransız kimyacısı Georges Leclanche tarafından 1860 larda icad edilmiştir. Bundan dolayı Leclanche pilleri de denir.



Pilden hızla akım çekildiğinde, ürünlerin elektrodlarındaki artışı ve voltajı düşürür. Ortam asidik olduğundan metal elektrot (çinko metali) yavaş yavaş çözünür.

Leclanche pillerinin daha üstün bir türü, elektrolit olarak NH_4Cl yerine NaOH ya da KOH in kullanıldığı bazik pillerdir. Bu pillerin üstünlükleri, çinkonun bazik ortamda asidik ortamdaki gibi kolayca çözünmemesi ve pilden akım çekilirken pilin voltajını koruyarak daha iyi iş yapmasıdır.

b) Kurşun Akümülatörler

En çok rastlanan ikinci pil, otomobillerde kullanılan kurşun - asit pili veya akümülatörlerdir. Kullandığı kimyasal tepkimeler tersinir olduğundan bir akümülatör tekrar kullanılabilir.

Bu piller kullanılmadan önce doldurulmalıdır; hücrenin bu tipi normal olarak doldurulabilirdir. Taşınabilir bilgisayarlarda ve otomobillerde kullanılan bataryalardaki hücreler ikincil hücrelerdir. Doldurma işleminde bir dış elektrik kaynağı geçici olarak kendiliğinden oluşan hücre tepkimesini geri döndürür ve girenlerin dengede olmayan karışımlarını yeniden oluşturur. Doldurmadan sonra, bir kez daha dengeye ulaşıncaya kadar hücre yeniden elektrik üretebilir.



İkincil hücrelerin en bilinenlerinden biri daha önce de belirtildiği gibi otomobil aküsü olan kurşun asit hücresidir. Her bir hücre elektrot olarak davranan kafesler içerir.

Bu kafeslerin toplam yüzey alanı büyük olduğu için pil, isteğe bağlı olarak kısa periyotlar için büyük akım üretebilir. Elektrotlar başlangıçta kurşun (II) sülfat pastasıyla kaplanmış sert kurşunantimon alaşımıdır. Elektrotit, seyreltik sülfirik asittir.

Lityum pilleri: Lityum - iyon pilleri, bir çeşit yeniden doldurulabilir pillerdir. Çoğunlukla elektronik araçlarda kullanılır. Bu pillerde kullanım sırasındaki enerji kayıpları yavaştır.

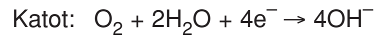
c) Yakıt pilleri

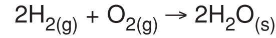
Çok az miktarlarda ısı kaybı olduğu için, yakıt pilleri, kaynakların verimli kullanımı açısından ümit vericidir.

Böylece, doğal gazları ve hidrojeni yükseltgeyen yakıt hücreleri, geleneksel elektrik santrallerine alternatiflerdir. Yakıt hücresinin basit modelinde, hidrojen gazı bir elektrottan, oksijen gazı diğer elektrottan geçirilir ve elektrolit sulu KOH'dir. Yakıt pilleri normal pillerden daha iyi enerji dönüştürücüleridir. Pil, yakıt ve oksijen gazı sağlandığı sürece elektrik üretecektir. Yakıt pillerinin kapasitesi birincil bir pil gibi sınırlı değildir. Ayrıca, yakıt pili ikinci pil gibi depolama kapasitesine sahip değildir.

Yakıt pilinde, anot ve katot olarak platin tel, çözelti olarak ta KOH sulu çözeltisi kullanılır.


Anot: $2H_2 + 4OH^- \rightarrow 4H_2O + 4e^-$

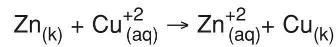

Katot: $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$


$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(s)}$

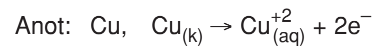
tepkimesine göre elektrik akımı verir. Yakıt pillerinin diğer pillerinden üstünlüğü, verimin yüksek olmasıdır.

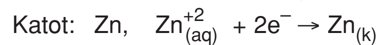
2. İSTEMSİZ REDOKS - ELEKTROLİZ HÜCRESİ

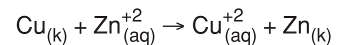
Başka bir tür elektrokimyasal hücre olan elektroliz hücresinde istemsiz bir tepkimeyi oluşturmak için elektrik kullanılır. Elektroliz olarak adlandırılan bu işlemde kendiliğinden olmayan bir tepkime elektrik enerjisi uygulanarak yürütülür.


$Zn_{(k)} + Cu^{+2}_{(aq)} \rightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + Cu_{(k)}$

Yukarıda verilen pil tepkimesinin temsil ettiği pilin, standart pil potansiyeli 1,10 volttur. Bu tepkime başlatılınca kendiliğinden devam eder. Bu hücre 1,10 volttan daha büyük voltajlı bir dış elektrik kaynağına bağlandığında, işlem tersine döner.


Anot: Cu, $Cu_{(k)} \rightarrow Cu^{+2}_{(aq)} + 2e^-$


Katot: Zn, $Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Zn_{(k)}$

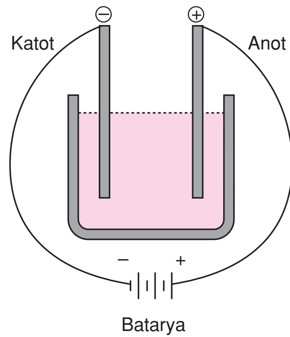

$Cu_{(k)} + Zn^{+2}_{(aq)} \rightarrow Cu^{+2}_{(aq)} + Zn_{(k)}$

$E^o_{pil} = 1,10$ volt olur

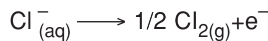
Böylece, elektron akışının yönü ters çevirilerek, volta hücresi bir elektroliz devresine dönüştürülmüş olur.

Elektroliz

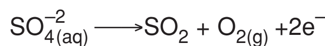
Kendiliğinden oluşan yükseltgenme indirgenme tepkilerinden yararlanılarak elde edilen elektrik enerjisi üreteçlerine pil denir. Piller kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine çeviren hücrelerdir. Elektroliz ise kendiliğinden oluşmayan yükseltgenme indirgenme tepkimelerinin elektrik enerjisi kullanılarak oluşturulmasıdır. Elektrik enerjisi kimyasal enerjiye çevrilmektedir. **Elektroliz,** elektrik akımı kullanılarak bir tepkimeyi olmayan yönde yürütme işlemidir. Elektroliz hücresi, kendiliğinden oluşmayan kimyasal tepkimeyi yürütmek için dış kaynaktan bir elektrik akımının kullanıldığı elektrokimyasal hücredir. Elektrolitik hücreler galvanik hücrelerden farklıdır. Galvanik hücrelerde iki elektrot farklı bölmelerdedir. Oysa elektroliz hücrelerinde bir elektrolit sıvı madde bulunur. İki elektrot çoğunlukla aynı bölmededir, derişim ve basınç standart olmak durumda değildir.



Anot ve katot, elektrotların gerilim değerlerine göre belirlenmez ve oluşmaz. Dışarıdan verilen elektrik enerjisi anot ve katodu belirler. (+) kutuba bağlanan elektrot **anot**, (–) kutuba bağlanan elektrot **katot** olur. Elektron akımının yönü dış elektrik güç kaynağı tarafından belirlenir. Çözelti içindeki (–) yüklü iyonlar anota doğru gider. Anot çevresinde toplanan anyonlar (Cl^-, I^-, SO_4^{-2}, NO_3^-, OH^-) elektron vererek yükseltgenir. Saf ametal elementler elde edilir.



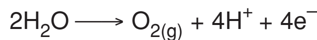
$Cl^-_{(aq)} \longrightarrow 1/2\ Cl_{2(g)} + e^-$



$SO^{-2}_{4(aq)} \longrightarrow SO_2 + O_{2(g)} + 2e^-$



$2NO^-_{3(aq)} \longrightarrow 2NO_{2(g)} + O_{2(g)} + 2e^-$

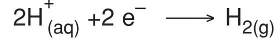


$2H_2O \longrightarrow O_{2(g)} + 4H^+ + 4e^-$

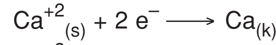
çözelti içindeki (+) yüklü iyonlar katoda doğru gider. Katot çevresinde toplanan katyonlar (Na^+, Ca^{+2}, H^+, Cu^{+2}) elektron alarak indirgenir. Saf metaller veya H_2 elde edilir.



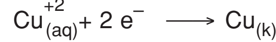
$Na^+_{(s)} + e^- \longrightarrow Na_{(k)}$



$2H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)}$



$Ca^{+2}_{(s)} + 2e^- \longrightarrow Ca_{(k)}$



$Cu^{+2}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(k)}$

ÖRNEK

Erimiş NaCl tuzu elektroliz ediliyor.

Buna göre ;

I. Katotta ; $2Na^+_{(s)} + 2e^- \longrightarrow 2Na_{(k)}$ oluşur.
II. Anotta ; $2Cl^-_{(s)} \longrightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$ oluşur.
III. (–) yüklü elektrotta indirgenme olur.

yargılarından hangileri doğrudur?

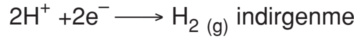
A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I,II ve III

ÇÖZÜM

1. Karışımların Elektrolizi

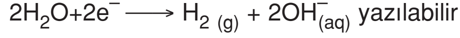
Bir elektroliz hücresine uygulunacak gerilim, en azından geri döndürülen hücre tepkimesinin potansiyeli kadar büyük olmalıdır. Eğer çözeltide birden fazla indirgenebilen varsa, indirgenme gerilimi büyük olan ilk önce indirgenir. Bir çözeltide birden fazla yükseltgenen varsa, yükseltgenme gerilimi büyük olan ilk önce yükseltgenir.

NaCl suda çözünerek hazırlanan çözelti elektroliz edilirse; Katotta Na^+ ve suyun iyonlaşmasından ortaya çıkan H^+ iyonları toplanır. H^+ iyonunun indirgenme potansiyeli Na^+ iyonununkinden büyüktür. Bundan dolayı Na^+yerine H^+ iyonları indirgenir.



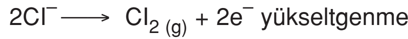
$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_{2\,(g)}$ indirgenme

Bunun yerine;



$2H_2O + 2e^- \longrightarrow H_{2\,(g)} + 2OH^-_{(aq)}$ yazılabilir

Anotta Cl^- ve suyun iyonlaşmasından ortaya çıkan OH^- toplanır. Cl^- iyonlarının yükseltgenme gerilimi OH^- iyonlarının yükseltgenme geriliminden büyük olduğu için Cl^- iyonları yükseltgenir.



$2Cl^- \longrightarrow Cl_{2\,(g)} + 2e^-$ yükseltgenme

ÖRNEK

$AgNO_3$ sulu çözeltisi elektroliz ediliyor.

Buna göre;

I. (–) yüklü elektrotta $Ag_{(k)}$ açığa çıkar.

II. Çözeltinin pH yükselir.

III. Anotta O_2 gazı açığa çıkar.

yargılarından hangileri doğrudur?

(Elektron verme eğilimi ; $H > Ag > OH^- - NO_3^-$)

A) Yanlız I B) Yanlız II C) Yanlız III
D) I ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

2. Elde Edilen Maddelerin Miktarı

Bir elektroliz olayında elde edilen ürün miktarı, yarı tepkimenin denkleminden, akımdan ve akımın geçme zamanından hesaplanır. Formül kullanılabileceği gibi, yarı tepkime denklemlerinden orantıyla hesaplanabilir. Bunun için elektronların mol sayısının bilinmesi gerekir.

1 mol elektronun yükü 96500 kulondur. 1 mol elektronun yüküne 1 faradaylık yük denir. Yük,

$Q = I.t$ ile hesaplanır.

I = Akım şiddeti, birimi amperdir.

t = Zaman, birimi saniyedir.

Elde edilen madde miktarı formülle hesaplanırsa,

$$m = \frac{Q}{F} \cdot \frac{M_A}{n}$$

formülü kullanılabilir. M_A mol kütlesi n, iyonun yükseltgenme sayısıdır. Ancak bu konuda yarı tepkimelerden yararlanılarak hesaplamaların yapılması daha doğrudur.

ÖRNEK

AgCl sulu çözeltisi elektroliz edilirken 0,27 amperlik akım 2 saat süreyle kullanılıyor.

Buna göre;

I. Katotta 2,16 gram $Ag_{(k)}$ açığa çıkar.

II. Anotta NK' da 448 cm^3 Cl_2 gazı açığa çıkar.

III. Devreden 0,02 mol elektron geçer.

yargılarından hangileri doğrudur?

(Ag=108, elektron verme eğilimi; $H > Ag > Cl^- > OH^-$)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

Seri bağlı elekroliz kaplarında kullanılan yük eşittir. Bundan dolayı seri bağlı kaplarda açığa çıkan maddelerin eşdeğer – gram miktarları eşit olur.

$$\text{Eşdeğer gram} = \frac{\text{Atom kütlesi}}{\text{Değerlik}}$$

Al için;

$$\text{Eşdeğer gram} = \frac{27}{3}$$

Ca için;

$$\text{Eşdeğer gram} = \frac{40}{2}$$

Ag için

$$\text{Eşdeğer gram} = \frac{108}{1}$$

ÖRNEK

Seri bağlı kapların birinde erimiş $AlCl_3$, diğerinde erimiş $CaCl_2$ bulunmaktadır.

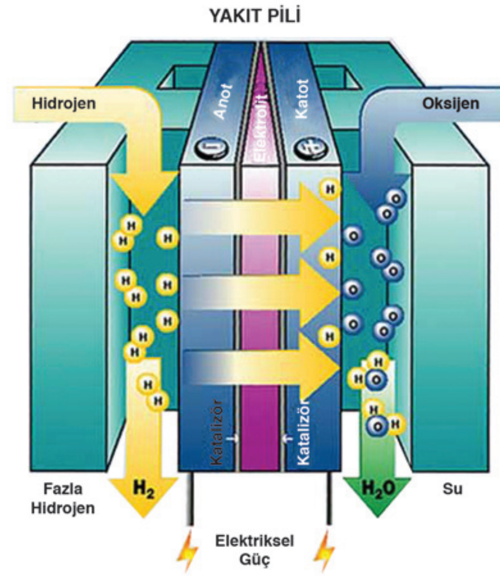
Bir kapta 16 gram $Ca_{(k)}$ toplanınca diğer kapta kaç gram Al toplanır? (Al = 27, Ca = 40)

A) 1,8 B) 3,6 C) 5,4 D) 7,2 E) 8,4

ÇÖZÜM

OKUMA PARÇASI

YAKIT PİLLERİ

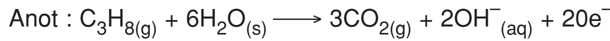


Fosil yakıtlar büyük bir enerji kaynağıdır; fakat fosil yakıtların elektrik enerjisine dönüşümü oldukça verimsiz bir işlemdir. Metanın yanması örnek verilebilir;

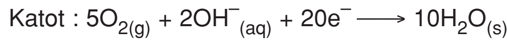


$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(s)} + \text{enerji}$$

Elektrik üretmek için, önce tepkimeyle sağlanan ısı suyun buhar halinde dönüştürülmesinde kullanılır, bu da daha sora türbini ve jeneratörü çalıştırır. Metanın yanmasıyla açığa çıkan enerjinin bir kısmı basamaklarda kaybolur ve çevreye verilir. En verimli elektrik santrallerinde bile başlangıçtaki kimyasal enerjinin yalnızca % 40'ı elektrik enerjisine dönüşür. Yanma tepkimeleri de redoks tepkimeleri olduğundan, bunların doğrudan elektrokimyasal anlamda kullanılması arzu edilir ve böylece güç üretiminde verim çok daha artar. Bu da işleyişin devam edebilmesi için tepkimeye girenlerin sürekli olarak sağlanmasını gerektiren bir galvanik hücre, yani **yakıt pili** olarak bilinen bir aygıtla sağlanır. Daha önce $H_2 - O_2$ yakıt pili kullanılmıştır. $H_2 - O_2$ sistemine ilaveten çeşitli yakıt pilleri geliştirilmiştir. Bunlardan biri de propan – oksijen yakıt pilidir. Yarı hücre tepkimeleri:



Anot : $C_3H_{8(g)} + 6H_2O_{(s)} \longrightarrow 3CO_{2(g)} + 2OH^-_{(aq)} + 20e^-$



Katot : $5O_{2(g)} + 2OH^-_{(aq)} + 20e^- \longrightarrow 10H_2O_{(s)}$



Net : $C_3H_{8(g)} + 5O_{2(g)} \longrightarrow 3CO_{2(g)} \longrightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(g)}$

Net tepkime, propanın oksijende yanma tepkimesiyle aynıdır.

Diğer pillerden farklı olarak, yakıt pilleri kimyasal enerji depolayamazlar. Tepkimeye girenler sürekli olarak yeniden sağlanmalıdır ve ürünler sürekli olarak yakıt pili jenaratörlerinde gürültü, titreşim, ısı transferi, ısısal kirlilik ve normalde elektrik santrallerinde görülen diğer sorunlar yoktur. Yakıt pillerinin kullanımı gönümüzde henüz yaygınlaşmamıştır. Asıl büyük sorun, kirliliğe yol açmayan, uzun süre işlevlerini verimli bir şekilde yapabilen ucuz elektrokatalizörlerin bulunmayışıdır. Günümüz de yakıt pillerinin en başarılı uygulamaları uzay araçlarında yer alır.

1. Eritilmiş XCl_3 ve $MgCl_2$ tuzları seri bağlı olarak elektroliz edildiğinde 11 gram X ve 7,2 gram Mg açığa çıkıyor . **X'in atom kütlesi nedir?** (Mg= 24)

A) 22 B) 52 C) 55 D) 56 E) 64

ÇÖZÜM

2. $CuCl_2$ ve MgI_2 tuzlarının karışımı suda çözünerek hazırlanan çözelti elektroliz ediliyor.

Buna göre;

I. Katotta ilk önce $Cu_{(k)}$ toplanır.

II. Anotta ilk önce $I_{2(g)}$ açığa çıkar.

III. Devreden 0,5 mol elektron geçince anotta 11,2 litre I_2 gazı açığa çıkar.

yargılarından hangileri doğru olur?

(e^- verme eğilimi; $Mg>H>Cu>I^- > Cl^- > OH^-$)

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

ESEN YAYINLARI

3. Mg^{+2} ve Y^{+n} iyonlarını içeren iki çözelti seri bağlı kaplarda bir süre elektroliz edildiğinde 4,8 gram Mg ve 20,7 gram Y toplanıyor.

Buna göre, n değeri kaçtır?

(Mg=24, Y=207)

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 6

ÇÖZÜM

4. Seri bağlı iki elektroliz kabından birincisinde $CaCl_2$ diğerinde $MnCl_x$ tuzlarının sıvı halleri elektroliz ediliyor. Birinci kapta 8 gram Ca toplanınca ikinci kapta 5,5 gram Mn toplanıyor.

x sayısı kaçtır? (Ca=40, Mn=55)

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

ÇÖZÜM

5. $CuSO_4$ çözeltisinin elektrolizinde katotta 10 dakikada 0,20 gram Cu toplanıyor.

Akım şiddeti kaç amperdir? (Cu=64)

A) 0,5 B) 1 C) 2 D) 3 E) 4

ÇÖZÜM

6. $NiCl_2$, $AgNO_3$ ve $Pb(NO_3)_2$ tuzları çözünerek hazırlanan sulu çözelti elektroliz ediliyor.

Buna göre;

I. Anotta ilk önce Cl_2 gazı açığa çıkar.
II. Katotta ilk önce $Ag_{(k)}$ oluşur.
III. Devreden 0,2 mol elektron geçtiğinde katotta 10,8 gram Ag toplanır.

yargılarından hangileri doğrudur?

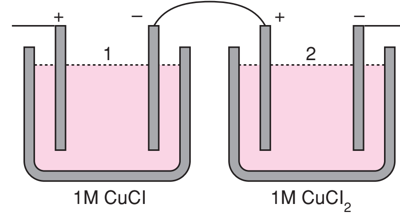
(e^- verme eğilimi;

$Ni>Pb>H>Ag>Cl^->OH^-> NO_3^-$, Ag= 108)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

7.



Şekilde verilen seri bağlı kapların 1.de CuCl çözeltisi, 2.de $CuCl_2$ çözeltisi bulunuyor. Devreden bir süre elektrik akımı geçtiğinde 2. kapta 16 gram Cu toplanıyor. **Buna göre;**

I. 1. kapta 32 gram $Cu_{(k)}$ toplanır.
II. 1. kapta NK' da 5,6 litre Cl_2 gazı açığa çıkar.
III. Her iki kapta toplam NK'da 11,2 litre Cl_2 gazı açığa çıkar.

yargılarından hangileri doğrudur? (Cu=64)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

8. **4M,500ml $CuSO_4$ çözeltisi, 9,65 amperlik akımla 2 saat elektroliz edilirse çözeltideki Cu^{+2} derişimi kaç molar olur?**

(Hacim değişmiyor)

A) 1,24 B) 1,82 C) 2
D) 2,41 E) 3,28

ÇÖZÜM

9. Erimiş $CrCl_3$ tuzu elektroliz ediliyor. 4,825 amperlik bir akım ile 5 saat elektroliz ediliyor.

Buna göre;

I. Devreden geçen elektron miktarı 0,6 moldür.

II. 15,6 gram $Cr_{(k)}$ açığa çıkar.

III. Açığa çıkan Cl_2 gazı NK' da 10,08 litredir.

yargılarından hangileri doğrudur? (Cr=52)

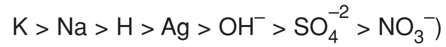
A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I,II ve III

ÇÖZÜM

10. Na_2SO_4 , $AgNO_3$ ve KOH karışımı suda çözünerek bir çözelti hazırlanıyor.

Elde edilen karışım elektroliz edildiğinden anotta hangi madde açığa çıkar?

(elektron verme eğilimi;



$K > Na > H > Ag > OH^- > SO_4^{-2} > NO_3^-$)

A) O_2 B) H_2 C) Ag D) K E) NO_2

ÇÖZÜM

11. MCl_2 tuzunun saf sıvı hali elektroliz ediliyor.

1 amperlik bir akım 2 saat boyunca kullanılıyor.

Bu süre sonunda 7,72 gram M metali toplandığına göre, toplanan metalin atom kütlesi kaçtır?

A) 127 B) 185 C) 207 D) 227 E) 415

ÇÖZÜM

12. H_2SO_4 suda çözünerek hazırlanan çözelti 1,5 amperlik bir akımla 12 saat elektroliz ediliyor

Buna göre;

I. Katotta açığa çıkan H_2 gazı NK'da 7,52 litredir.

II. Anotta açığa çıkan O_2 gazı NK'da 3,76 litredir.

III. Ayrışan suyun kütlesi 6,04 gramdır.

yargılarından hangileri doğrudur?

(H =1, O=16, elektron verme eğilimi; $H > OH^- > SO_4^{-2}$)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I,II ve III

ÇÖZÜM

13. Erimiş XCl_n elektroliz ediliyor. Anotta 0,3 mol $Cl_{2(g)}$ açığa çıkarken, katotta 0,2 mol X açığa çıkmaktadır.

Buna göre, X metalinin nitrat tuzunun formülü aşağıdakilerden hangisidir?

A) $X(NO_3)_3$ B) $X_2(NO_3)$ C) XNO_3
D) $X(NO_3)_2$ E) X_2NO_3

ÇÖZÜM

1. Seri bağlı elektroliz kaplarının birincisinde $MgCl_2$ ikincisinde XCl_n saf sıvı tuzları bulunmaktadır. Bir süre elektroliz edildiğinde birinci kapta 4,8 gram Mg, ikinci kapta 22,4 gram X toplanıyor.

Buna göre;

a) n sayısı kaçtır? (Mg = 24, X = 112)

b) Devreden kaç mol elektron yükü geçmiştir?

c) İkinci kapta açığa çıkan Cl_2 gazı NK' da kaç litredir?

2. İki elektroliz kabının birincisinde erimiş $CaCl_2$, diğerinde erimiş $AlCl_3$ bulunuyor. Bu elektroliz kaplarındaki saf sıvı tuzlar seri bağlı olarak bir süre elektroliz ediliyor.

Buna göre;

a) Birinci kapta 4 gram Ca toplanınca ikinci kapta kaç gram Al toplanır?

(Ca=40, Al=27)

b) Her iki kapta toplanan Cl_2 gazı NK'da kaç litredir?

3. Seri bağlı elektroliz kaplarının birincisinde Cu^{+2} diğerinde Ga^{+n} nin klorür tuzları elektroliz ediliyor. Her iki kapta açığa çıkan Cl_2 gazının toplam hacmi NK'da 26,88 litredir.

Buna göre;

a) Açığa çıkan $Cu_{(k)}$ kaç gramdır? (Cu = 64)

b) 27,6 gram $Ga_{(k)}$ açığa çıktığına göre n sayısı kaçtır? (Ga = 69)

4. KCl, $Cu(NO_3)_2$ ve CaI_2 tuzlarından oluşan bir karışım suda çözünerek bir çözelti hazırlanıyor. Maddelerin elektron verme eğilimi;

$K > Ca > H > Cu > I^- > Cl^- > OH^- > NO_3^-$ tür.

Buna göre;

a) Anotta açığa çıkan ilk madde hangisidir?

b) Katotta açığa çıkan ilk madde hangisidir?

c) Anotta açığa çıkacak maddelerin açığa çıkış sırası nedir?

5. 200ml $MgCl_2$ çözeltisi elektroliz ediliyor. Çözeltideki Cl^- iyonlarının tümü tükeninceye kadar devreden 0,5 faradaylık yük geçiyor.

Buna göre;

a) $MgCl_2$ çözeltisinin derişimi kaç molardır?

b) Katotta açığa çıkan maddenin cinsi ve miktarı nedir? (elektron verme eğilimi;

$Mg > H > Cl^- > OH^-$ dir)

6. Sıvı $CrCl_n$ in elektrolizinde devreden 0,75 mol elektron geçtiğinde 13 gram $Cr_{(k)}$ oluşuyor.

Buna göre;

a) n sayısı kaçtır? (Cr=52)

b) Açığa çıkan Cl_2 gazı NK' da kaç litredir?

7. Sıvı XCl_n tuzunun elektrolizinde devreden 0,6 mol elektron geçtiğinde katotta 0,2 mol X metali toplanmaktadır.

Buna göre;

a) n sayısı kaçtır?

b) X metalinin $_{16}S$ elementi ile yapacağı kararlı bileşiğin formülü nedir?

8. 0,15 M 2 litre $CaCl_2$ çözeltisi devreden 0,5 mol elektron geçinceye kadar elektroliz ediliyor. Çözeltinin toplam hacmi değişmiyor.

Elektron verme eğilimi; $Ca > H > Cl^- > OH^-$ **olduğuna göre;**

a) Oluşan Cl_2 gazının NK' daki hacmi kaç litre olur?

b) Kalan çözeltideki Cl^- iyonları derişimi kaç molar olur?

c) Çözeltinin pH'ı kaç olur? (log 2,5 = 0,4)

9. Eritilmiş XCl_3 ve $MgCl_2$ tuzları seri bağlı elektroliz kaplarında elektroliz edildiğinde 10,4 gram X ve 7,2 gram Mg açığa çıkıyor.

Buna göre;

a) Devreden kaç mol elektron geçmiştir? (Mg=24)

b) X' in atom kütlesi kaçtır?

c) XCl_3 tuzunun bulunduğu kapta açığa çıkan Cl_2 gazı NK' da kaç litredir?

10. Sıvı $TiCl_4$ tuzu elektroliz ediliyor. **1,6 amperlik bir akım ile 2.10^3 dakika elektroliz edildiğine göre,**

a) Oluşan Ti yaklaşık kaç gramdır? (Ti=48)

b) Açığa çıkan klor gazının NK' daki hacmi kaç litredir?

11. Seri bağlı elektroliz kaplarının birincisinde $CuSO_4$ çözeltisi, ikincisinde Ag_2SO_4 çözeltisi ve üçüncüsünde H_2SO_4 çözeltisi bulunmaktadır. Bir süre elektroliz edildiğinde birinci kapta 0,192 gram bakır açığa çıkıyor. **Buna göre;**

a) İkinci kapta açığa çıkan gümüş miktarı kaç gramdır?(Cu=64, Ag=108)

b) Üçüncü kapta elde edilen H_2 gazının 684 mm Hg basınç ve 27°C sıcaklık koşullarındaki hacmi kaç litre olur?

12. Seri bağlı elektroliz kaplarının birincisinde $CaCl_2$ saf sıvı maddesi ikincisinde $CaBr_2$ sulu çözeltisi bulunuyor. Birinci kabın katodunda 48g Ca toplanıyor.

Buna göre;

a) İkinci kabın anotunda açığa çıkan madde kaç gramdır?

(Elektron verme eğilimi; $Ca > H > Br^- > OH^-$)

b) İkinci kabın anotunda açığa çıkan madde ile katodunda açığa çıkan madde tepkimeye sokuluyor. Elde edilen madde kaç gram olur? (Ca=40, H=1, Br= 80)

c) Bir önceki soruda tepkime sonucunda elde edilen madde ile $1200cm^3$ çözelti hazırlanıyor. Çözeltinin derişimi kaç molar olur?

ETKİNLİK – 13

DOĞRU VE YANLIŞI BELİRLEYELİM

Aşağıdaki ifadelerden hangilerinin doğru, hangilerinin yanlış olduğunu, ilgili boşluğa ✓ işaretini koyarak belirtiniz.

☐ 1. Bir kimyasal tepkimede elektron alışverişi oluyorsa bu tür tepkimelere yükseltgenme-indirgenme denir.

☐ 2. Bileşiklerin veya iyonların bileşiminde yer alan elementlerin atomlarının sahip olduğu elektriksel yüke yükseltgenme basamağı denir.

☐ 3. Atomların yükseltgenme basamağı daima pozitif bir değerdir.

☐ 4. Bir elementin yükseltgenme basamağının artmasına indirgenme denir.

☐ 5. Kendisi indirgenirken karşısındakini yükseltgeyen maddeye indirgen denir.

☐ 6. Sadece indirgenmenin olduğu tepkimelere indirgenme yarı tepkimesi denir.

☐ 7. Kendiliğinden gerçekleşen redoks tepkimelerinde yükseltgenen metalin elektron verme eğilimi, indirgenen metalin elektron verme eğiliminden büyüktür.

☐ 8. Redoks tepkimelerinde elektron ortaklaşması olur.

☐ 9. Metallerin aktifliği arttıkça elektron verme isteklerinde azalma gözlenir.

☐ 10. Bir madde eğer karşısındaki indirgenmiş ise indirgen veya karşısıındaki yüksetgenmiş ise yükseltgendir.

☐ 11. Kendiliğinden gerçekleşen redoks tepkimesinde indirgenen ametalin elektron alma eğilimi, yükseltgenen ametalin elektron alma eğiliminden büyüktür.

☐ 12. İndirgenen bir atom elektron vermiştir.

☐ 13. Bir pilin tuz köprüsündeki anyonlar anoda, katyonlar ise katoda göç eder.

☐ 14. Bir pilin anot elektrotunda indirgenme olur.

☐ 15. Elektrotlar arasında oluşan potansiyel fark pilin çalışmasını sağlar.

☐ 16. Standart pil gerilimi sürekli sabit bir şekilde devam eder.

☐ 17. Bir kimyasal pilin gerilimi sürekli sabit bir şekilde devam eder.

☐ 18. Elektrokimyasal piller kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürür.

☐ 19. NaCl tuzunun çözeltisinin elektrolizinde sodyum metali elde edilebilir.

ETKİNLİK – 14

KAVRAMLARI HATIRLAYALIM

Aşağıdaki cümlelerin boşluklarını uygun kelimelerle doldurunuz.

Redoks tepkimeleri	Eş değer	Negatif
Katyona	Elektrokimyasal pil	Yükseltgenme
Elektron alma	İndirgenme	Faraday yasası
Anot	Nerst denklemi	Yükseltgen
Elektroliz	Derişim pilleri	Basamağı
		Gerilim

1. Bir elementin yükseltgenme basamağının azalmasına .... denir.
2. Bir madde eğer karşısındakini yükseltgemiş ise .... dir.
3. Aktifliği büyük olan bir ametalin .... eğilimi büyüktür.
4. Aktifliği büyük olan bir metalin .... eğilimi büyüktür.
5. Atomların sahip oldukları yük onların yükseltgenme ....dır.
6. Yükseltgenme – indirgenme reaksiyonlarını kullanarak, kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren sistemlere .... denir.
7. Pilin .... elektrodunda yükseltgenme olur.
8. Pil sisteminde bulunan tuz köprüsünde .... yüklü iyonlar anoda doğru gider.
9. Katot elektrotunda devredeki elektronlar çözeltideki .... aktarılır.
10. Elektrolizde anot ve katot kaplarında toplanan maddelerin .... mol sayısı birbirine eşittir.
11. E°_{pil} değeri sıfırdan küçük pilleri çalıştırmak için dışarıdan sisteme bu değerden daha büyük bir .... uygulanmalıdır.
12. Aynı tür elektrot ve çözeltilerden farklı derişimler kullanılarak hazırlanan elektrokimyasal pillere .... denir.
13. Yükseltgenme-indirgenme tepkimelerine genel olarak .... denir.
14. Bir yükseltgenme-indirgenme tepkimesinin gerçekleştirilmesi için elektrik enerjisi kullanılırsa, bu olaya .... denir.
15. Elektrolizde, elektrotlarda oluşan veya harcanan maddelerin miktarları devreden geçen akım ile doğru orantılıdır. Bu .... nın bir sonucudur.
16. Standart şartlarda farklı derişimlere sahip çözeltilerle hazırlanan bir pilin gerilimi .... ile hesaplanır.

ETKİNLİK – 15

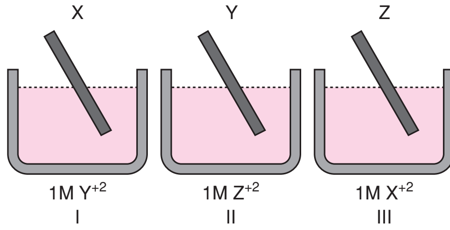
PİLLERİN GERİLİMLERİNİ HESAPLAYALIM

Aşağıda bilgileri verilen pillerin pil gerilimlerini hesaplayınız. Pil hakkında verilmeyen diğer koşullar standart olarak alınacaktır.

Anot ve Çözeltisi	Katot ve Çözeltisi	Yükseltgenme ve indirgenme denklem ve potansiyelleri	Pil Gerilimi
Anot : Mg 1M $MgCl_2$	Katot : Ag 1M $AgNO_3$	$Mg^{+2} + 2e^- \rightarrow Mg_{(k)}$ E° = –2,37 volt $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag_{(k)}$ E° = +0,80 volt	
Anot : Mg 1M $MgCl_2$	Katot : Ag 1M HCl	$Mg_{(k)} \rightarrow Mg^{+2} + 2e^-$ E° = +2,37 volt $Ag_{(k)} \rightarrow Ag^+ + e^-$ E° = –0,80 volt $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_{2(g)}$ E° = 0,0 volt	
Anot : Fe 1M $Fe(NO_3)_2$	Katot : Cu 1M HCl	$Fe_{(k)} \rightarrow Fe^{+2} + 2e^-$ E° = +0,76 volt $Cu_{(k)} \rightarrow Cu^{+2} + 2e^-$ E° = –0,34 volt $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_{2(g)}$ E° = 0,0 volt	
Anot : Zn 1M $ZnCl_2$	Katot : Cu 0,1M $Cu(NO_3)_2$	$Zn_{(k)} \rightarrow Zn^{+2} + 2e^-$ E° = +0,76 volt $Cu_{(k)} \rightarrow Cu^{+2} + 2e^-$ E° = –0,34 volt	
Anot : Ca 1M $CaCl_2$	Katot : Ag 0,01M $AgNO_3$	$Ca^{+2} + 2e^- \rightarrow Ca_{(k)}$ E° = –2,87 volt $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag_{(k)}$ E° = +0,80 volt	
Anot : Zn 0,1M $ZnCl_2$	Katot : Ag 1M $AgNO_3$	$Zn_{(k)} \rightarrow Zn^{+2} + 2e^-$ E° = +0,76 volt $Ag_{(k)} \rightarrow Ag^+ + e^-$ E° = –0,80 volt	
Anot : Ni 1M NiCl	Katot : Ag 1M $Cu(NO_3)_2$	$Ni_{(k)} \rightarrow Ni^{+2} + 2e^-$ E° = +0,25 volt $Cu_{(k)} \rightarrow Cu^{+2} + 2e^-$ E° = –0,34 volt $Ag_{(k)} \rightarrow Ag^{+2} + e^-$ E° = –0,80 volt	
Anot : Ag 0,01M $AgNO_3$	Katot : Ag 0,1M $AgNO_3$	$Ag_{(k)} \rightarrow Ag^+_{(aq)} + e^-$ E° = –0,80 volt	
Anot : Al 1M $Al(NO_3)_3$	Katot : Cu 1M HCl	$Al_{(k)} \rightarrow Al^{+3} + 3e^-$ E° = +1,66 volt $Cu_{(k)} \rightarrow Cu^{+2} + 2e^-$ E° = –0,34 volt $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_{2(g)}$ E° = 0,0 volt	
Anot : Al 0,1M Al^{+3}	Katot : Ag 1M Ag^+	$Al_{(k)} \rightarrow Al^{+3} + 3e^-$ E° = +1,66 volt $Ag_{(k)} \rightarrow Ag^+ + e^-$ E° = –0,80 volt	
Anot : Fe 0,1M $Fe(NO_3)_2$	Katot : Ag 0,1M $AgNO_3$	$Fe_{(k)} \rightarrow Fe^{+2} + 2e^-$ E° = +0,44 volt $Ag_{(k)} \rightarrow Ag^+ + e^-$ E° = –0,80 volt	
Anot : Mn 1M $MnCl_2$	Katot : Ag 1M $Cu(NO_3)_2$	$Mn^{+2} + 2e^- \rightarrow Mn_{(k)}$ E° = –0,40 volt $Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu_{(k)}$ E° = +0,34 volt $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag_{(k)}$ E° = +0,80 volt	
Anot : X 0,1M X^{+2}	Katot : Y 1M Y^{+1}	$X_{(k)} \rightarrow X^{+2} + 2e^-$ E° = +0,40 volt $Y_{(k)} \rightarrow Y^+ + e^-$ E° = 0,80 volt	

1. X,Y ve Z metallerinin aktiflik sırası X > Z >Y dir.

Buna göre;



yukarıdaki kaplardan hangilerinde tepkime olmaz?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D)I ve II E) II ve III

2. $Ni^{+2}_{(aq)} + 2Ag_{(k)} \longrightarrow Ni_{(k)} + 2Ag^{+}_{(aq)}$

Yukarıdaki verilen tepkime için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

A) Ni^{+2} indirgenmiştir.
B) Ag^{+} yükseltgenme ürünüdür.
C) Ni^{+2} yükseltgendir.
D) Ni indirgenme ürünüdür.
E) Ag^{+} indirgendir.

3. **Aşağıdaki tepkimelerin hangisinde kükürt indirgenmiştir?**

A) $Hg_2SO_4 + 2e^- \longrightarrow 2Hg + SO_4^{-2}$
B) $Ag_2SO_4 \longrightarrow 2Ag^+ + SO_4^{-2}$
C) $Cu + H_2S \longrightarrow CuS + 2H^+ + 2e^-$
D) $SO_3 \longrightarrow SO_2 + 1/2\ O_2$
E) $S + O_2 \longrightarrow SO_2$

4. $K_2Cr_2O_7 + HCl \longrightarrow KCl + CrCl_3 + Cl_2 + H_2O$

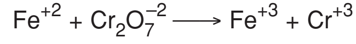
yukarıda verilen redoks tepkimesi için;

I. HCl' deki klor yükseltgenmiştir.
II. $CrCl_3$ yükseltgenme ürünüdür.
III. En küçük tam sayılarla denkleştirilirse H_2O nun katsayısı 7 olur.

yargılarından hangisi yanlıştır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

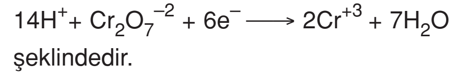
5. **Asitli ortamda gerçekleşen,**



$Fe^{+2} + Cr_2O_7^{-2} \longrightarrow Fe^{+3} + Cr^{+3}$

redoks tepkimesi için;

I. En küçük tam sayılarla denkleştirilmiş indirgenme yarı tepkimesi,



$14H^+ + Cr_2O_7^{-2} + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{+3} + 7H_2O$

şeklindedir.

II. Fe^{+2} indirgendir.
III. Fe^{+3} yükseltgenmiştir.

yargılarından hangileri doğru olur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

6. **1M NaCl sulu çözeltisinin elektrolizine ilişkin aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?**

(e^- verme eğilimi ; Na > H > Cl^- > OH^-)

A) Katotta H_2 gazı açığa çıkar.
B) Anotta Cl_2 gazı açığa çıkar.
C) (+) yüklü elektrotta yükseltgenme olur.
D) (–) yüklü elektrotta $Na_{(k)}$ birikir.
E) Elektroliz sırasında çözeltinin pH yükselir.

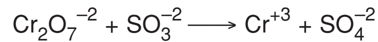
7. İki ayrı kaptaki erimiş $MgCl_2$ ve $AlCl_3$ tuzları belirli bir akımla aynı sürede elektroliz ediliyor.

Kaplardan birinde 4,8 gram $Mg_{(k)}$ toplanınca diğerinde kaç gram Al toplanır?

(Mg = 24, Al = 27)

A) 2,7 B) 3,6 C) 5,1 D) 5,4 E) 7,2

8. **Asitik ortamda gerçekleşen**

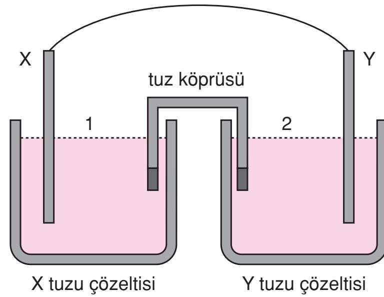


$Cr_2O_7^{-2} + SO_3^{-2} \longrightarrow Cr^{+3} + SO_4^{-2}$

redoks tepkimesi en küçük tam sayılarla denkleştirilirse yükseltgen maddenin katsayısı kaç olur?

A) 8 B) 5 C) 4 D) 3 E) 1

9.



Yukarıdaki verilen pil sisteminde Y elektrotunun miktarı 1 mol azalırken X ‘ in kütlesi 48 gram artmaktadır.

Bu sistem için;

I. X yükseltgenmektedir.

II. X ve Y'nin yükleri birbirine eşittir.

III. 2. kaptaki çözeltide Y^{+n} iyonları derişimi artmaktadır.

yargılarından hangileri yanlıştır? (X=48)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I,II ve III

10.

Pil	Standart pil gerilimi
Al – Ag	2,46 volt
Cu – Ag	0,46 volt

İki pilin standart başlangıç gerilimleri verilmiştir.
Metallerin elektron verme eğilimleri Al > Cu > Ag olduğuna göre, Al–Cu pili için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

A) Al elektrot anottur.

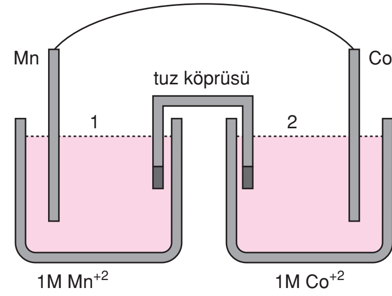
B) Cu elektrotunun çevresinde indirgenme olur.

C) Cu elektrot elektron alır.

D) Al elektrot yükseltgenendir.

E) Standart pil gerilimi 2 volttur.

11.



Şekilde verilen pilin 2. kabına Na_2S katısı ilave edilerek çözüldüğünde pilin gerilimi azalmaktadır.

Buna göre;

I. Mn elektrot anottur.

II. 1. kaba su katılırsa pil gerilimi artar.

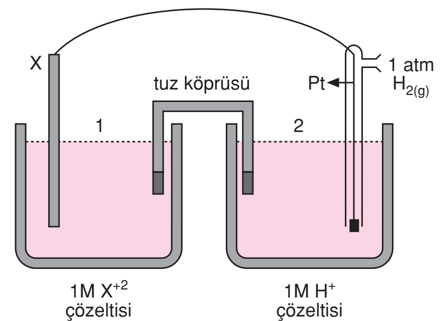
III. Elektron akımı dış devrede Mn'den Co'ye doğru olur.

yargılarından hangileri doğrudur?

(CoS için $K_ç= 5.10^{-22}$)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I,II ve III

12.



Şekilde verilen pilde zamanla H^+ çözeltisinin pH' ı arttığına göre;

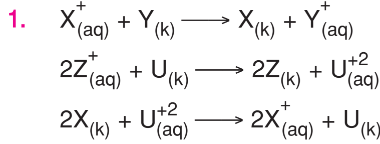
I. Elektron akımı dış devrede X' ten H_2'e dir.

II. H_2 elektron alarak indirgenmiştir.

III. X^{+2} iyonlarının derişimi artmıştır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

1. 

$X^{+}_{(aq)} + Y_{(k)} \longrightarrow X_{(k)} + Y^{+}_{(aq)}$

$2Z^{+}_{(aq)} + U_{(k)} \longrightarrow 2Z_{(k)} + U^{+2}_{(aq)}$

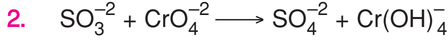
$2X_{(k)} + U^{+2}_{(aq)} \longrightarrow 2X^{+}_{(aq)} + U_{(k)}$

X, Y, Z ve U elementlerinin yukarıdaki tepkimeleri kendiliğinden olmaktadır. **Buna göre, bu elementlerin elektron verme eğilimlerine göre doğru sıralanışı nedir?**

A) Y > X > U > Z B) X > Y > U > Z

C) Y > Z > U > X D) X > Y < Z > U

E) Z > U > Y > X

2. 

$SO_3^{-2} + CrO_4^{-2} \longrightarrow SO_4^{-2} + Cr(OH)_4^{-}$

Bazik ortamda gerçekleşen yukarıdaki tepkime için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

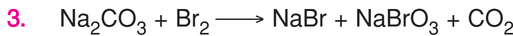
A) SO_3^{-2}' deki kükürt indirgendir.

B) CrO_4^{-2} deki krom indirgenmiştir.

C) SO_4^{-2} yükseltgenme ürünüdür.

D) En küçük tam sayılarla denkleştirilmiş yükseltgenme yarı tepkimesinde H_2O' nun katsayısı 1 dir.

E) İndirgenme yarı tepkimesinin denkleştirilmiş denklemi $4H^{+} + CrO_4^{-2} \longrightarrow Cr(OH)_4^{-} + 3e^{-}$ şeklindedir.

3. 

$Na_2CO_3 + Br_2 \longrightarrow NaBr + NaBrO_3 + CO_2$

yukarıda verilen redoks tepkimesi için;

I. Elektron alış verişi brom atomları arasında olmuştur.

II. Br_2 yükseltgenmiştir.

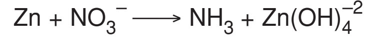
III. Na_2CO_3 yükseltgendir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

4. **Bazik ortamda gerçekleşen;**



$Zn + NO_3^{-} \longrightarrow NH_3 + Zn(OH)_4^{-2}$

redoks tepkimesi için;

I. En küçük tam sayılarla denkleştirilmiş indirgenme yarı tepkimesinin denklemi

$6H_2O + NO_3^{-} + 8e^{-} \longrightarrow NH_3 + 9OH^{-}$ şeklindedir.

II. Zn indirgen maddedir.

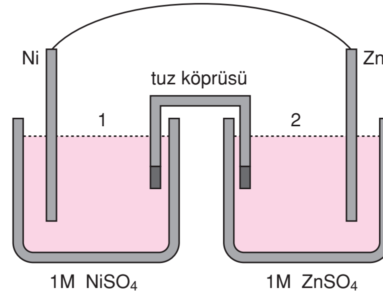
III. Denklem en küçük tam sayılarla denkleştirildiğinde H_2O' nun katsayısı 6 olur.

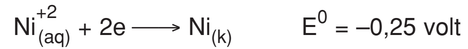
yargılarından hangileri doğru olur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

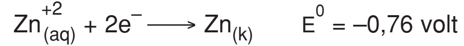
D) I ve III E) I, II ve III

5.





$Ni^{+2}_{(aq)} + 2e \longrightarrow Ni_{(k)}$ $E^{0} = -0,25$ volt



$Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow Zn_{(k)}$ $E^{0} = -0,76$ volt

Şekil çalışan elektrokimyasal bir pili göstermektedir.

Bu pil için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

A) Pozitif iyonlar tuz köprüsünde Ni elektronda doğru gider.

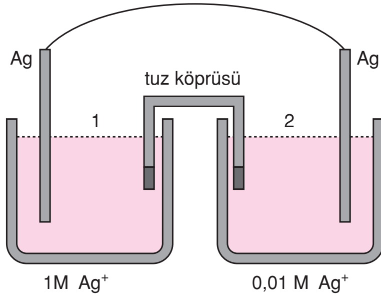
B) Zamanla nikel elektrodun kütlesi azalır.

C) Elektron akımı dış devrede Zn'den Ni'e doğru olur.

D) Negatif iyonlar tuz köprüsünde Zn elektroda doğru gider.

E) 1. kaba su katılırsa pil gerilimi azalır.

6.



Şekilde verilen pil için;

I. Pil, her iki kaptaki Ag^+ iyonları derişimi eşit oluncaya kadar çalışır.

II. Yarı pil tepkimeleri

$Ag^+(1M) + e^- \longrightarrow Ag_{(k)}$ ve

$Ag_{(k)} \longrightarrow Ag^+(0{,}01M) + e^-$ şeklindedir.

III. 2. kaba Cl^- iyonları ilave edilirse pil gerilimi düşer.

yargılarından hangileri doğrudur?

(AgCl katısı suda çok az çözülür)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

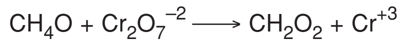
D) I ve III E) II ve III

7. Eritilmiş XCl_3 ve $CaCl_2$ tuzları seri bağlı bir şekilde elektroliz edildiğinde 11 gram X ve 12 gram Ca açığa çıkıyor.

Buna göre, X' in atom kütlesi kaçtır? (Ca=40)

A) 27 B) 44 C) 52 D) 55 E) 56

8. Asitli sulu çözeltide gerçekleşen,



$CH_4O + Cr_2O_7^{-2} \longrightarrow CH_2O_2 + Cr^{+3}$

redoks tepkimesi için;

I. CH_4O daki karbonun değerliği –2 dir

II. En küçük tam sayılarla denkleştirilirse H_2O'nun katsayısı 11 olur.

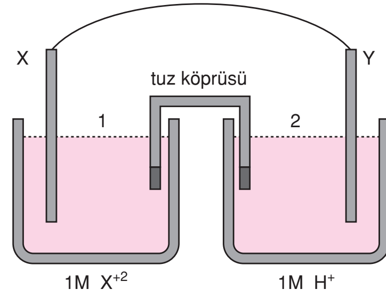
III. CH_2O_2 deki karbonun değerliği +2 dir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

9.



Şekildeki pilde bulunan X^{+2}, Y^{+2} ve H^+ iyonlarının indirgenme eğilimleri

$Y^{+2} > H^+ > X^{+2}$ dir.

Buna göre, pil için;

I. Anot tepkimesi;
$X_{(k)} \longrightarrow X^{+2}_{(aq)} + 2e^-$ dur.

II. Katot tepkimesi:
$Y^{+2}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Y_{(k)}$'dır.

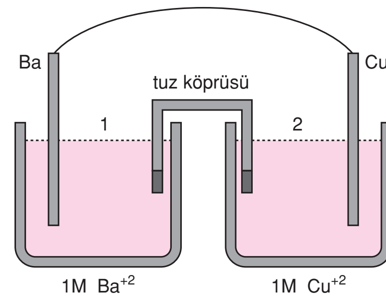
III. Pil tepkimesi:
$X_{(k)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow X^{+2}_{(aq)} + H_{2(g)}$ dır.

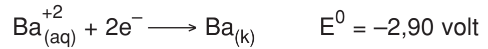
yargılarından hangileri yanlıştır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

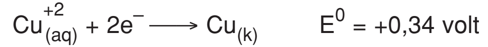
D) I ve II E) I ve III

10.





$Ba^{+2}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Ba_{(k)}$ $E^0 = -2{,}90$ volt



$Cu^{+2}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(k)}$ $E^0 = +0{,}34$ volt

Yarı pil tepkimelerinin standart gerilimleri bilindiğine göre, **yukarıdaki pil sistemine ayrı ayrı uygulanan;**

I. 2. kaba arı su eklemek

II. 1. kaba $Ba(NO_3)_2$ katkısı eklemek

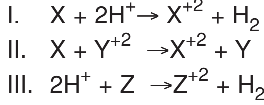
III. 2. kaba 2M Cu^{+2} çözeltisi eklemek

işlemlerinden hangileri pil gerilimini artırır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

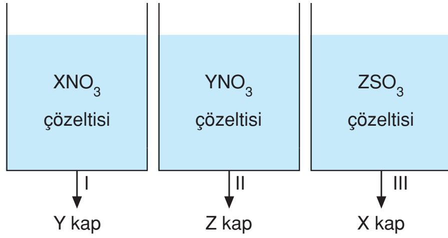
1. X, Y, Z metalleri ve H'nin elektron verme eğilimleri arasında X > H > Y > Z bağıntısı vardır. **Buna göre ;**


I. $X + 2H^{+} \rightarrow X^{+2} + H_2$
II. $X + Y^{+2} \rightarrow X^{+2} + Y$
III. $2H^{+} + Z \rightarrow Z^{+2} + H_2$

tepkimelerinde hangileri kendiliğinden gerçekleşir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

2. X, Y ve Z metallerinin elekton verme eğilimi (aktiflik sırası) X < Y < Z şeklindedir. Bu metallerden yapılmış kaplar içinde aşağıdaki çözeltiler vardır.



Yukarıdaki metal kapların hangilerinde içindeki çözeltiler saklanabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

3. $X^0 + Y^{+2} \rightarrow X^{+2} + Y^0$

$Y^0 + Z^{+2} \rightarrow Y^{+2} + Z^0$

tepkimeleri yazıldıkları yönde kendiliklerinden gerçekleşmektedir.

Buna göre ;

I. En aktif metal X'tir.

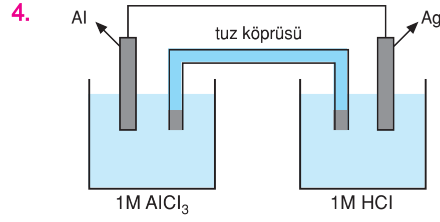
II. En kuvvetli indirgen X'tir.

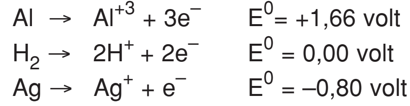
III. İndirgenme eğilimi en büyük olan Z^{+2} iyonudur.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) I, II ve III

4.




$Al \rightarrow Al^{+3} + 3e^-$ $E^0 = +1,66$ volt
$H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$ $E^0 = 0,00$ volt
$Ag \rightarrow Ag^+ + e^-$ $E^0 = -0,80$ volt

Yukarıdaki sistem için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

A) Pil gerilimi 1, 66 volttur.

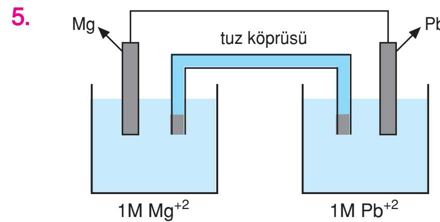
B) Ag elektrot anottur.

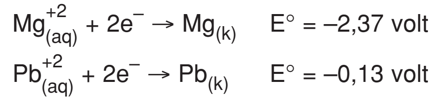
C) Al elektrot katottur.

D) e^- akımı Ag den Al doğrudur.

E) Ag sürekli aşınacağından Ag^+ derişimi artar.

5.




$Mg^{+2}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Mg_{(k)}$ $E° = -2,37$ volt
$Pb^{+2}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Pb_{(k)}$ $E° = -0,13$ volt

Yukarıdaki pilde belirtilen özelliklerden hangisi yanlıştır?

A) Mg elektrot katottur.

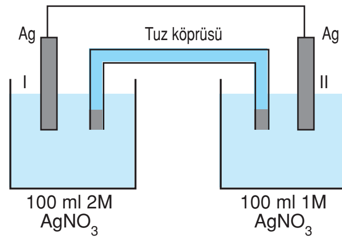
B) Pb elektrot katotdur.

C) Elektron akımı Mg'den Pb'ye doğrudur.

D) (+) iyon göçü Pb'ye doğrudur.

E) Pb^{+2} elementel hale geçer.

6.



Yukarıdaki sistemde oluşan pil tepkimesi için;

I. Elektron akımı I'e doğrudur.

II. Birinci kaba 100 ml saf su katılırsa pil gerilimi sıfır olur.

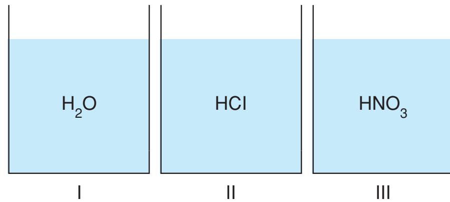
III. Birinci kap katottur.

yargılarından hangileri doğru olur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

7.



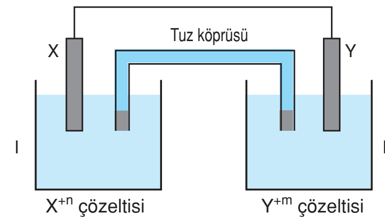
Bu çözeltilere X, Y, Z metalleri atıldığında;

- X, üçüylede tepkime veriyor.
- Z, yalnız III ile tepkime veriyor.
- Y, II ve III ile tepkime veriyor.

Buna göre aktiflikteki azalışa göre hangisi doğrudur?

A) X, Y, Z, H B) X, Y, H, Z C) Y, X, Z, H
D) Y, Z, H, X E) X, Z, Y, H

8.



Şekildeki pil sisteminde 0,1 mol X çözünürken Y elektrotta 0,1 mol Y birikiyor.

Bu pil için ;

I. X metalinin değerliği ile Y metalinin değerliği eşittir.

II. X ve Y aynı metallerdir.

III. Anot tepkimesi $X_{(k)} \rightarrow X^{+n}{}_{(aq)} + ne^{-}$ dır.

ifadelerinden hangileri kesinlikle doğrudur?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

9. **X, Y, Z metalleri için yapılan deneylerin sonuçları;**

I. Sadece Z metali HCl çözeltisi ile tepkime vererek H_2 gazı oluşturuyor.

II. Y metali X^{+2} çözeltisi ile tepkime vermiyor.

olduğuna göre X, Y, Z ve H elementlerinin indirgen özelliklerine göre büyükten küçüğe doğru sıralanışı aşağıdakilerden hangisidir?

A) Z,H, Y ,X B) Z, H, X, Y C) H, X, Y, Z

D) Y, X, H, Z E) X, Y, Z, H

1. **1M NaCl çözeltisinin elektrolizine ilişkin aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?**

(Elektron verme eğilimi; Na>H>Cl^->OH^-)

A) Katotta H_2 açığa çıkar.

B) Anotta Cl_2 gazı açığa çıkar.

C) (+) yüklü elektrotta yükseltgenme olur.

D) (+) yüklü elektrotta O_2 gazı açığa çıkar.

E) (–) yüklü elektrotta indirgenme olur.

2. $Cu_2S + NO_3^- \rightarrow Cu^{+2} + S + NO$

Tepkimesi asidik ortamda denkleştirilirse tepkimede yer alacak H_2O' nun katsayısı ne olur?

A) 2 B) 3 C) 4 D) 6 E) 8

3. Magnezyum, erimiş magnezyum klorünün ($MgCl_2$) elektrolizi ile elde edilir.

Bu elektrolize ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır? (Mg: 24, Cl: 35,5)

A) Anotta klor elde edilir.

B) Katotta magnezyum elde edilir.

C) Magnezyum klorürü eritmek ısı ister.

D) Anot ve katotta elde edilen maddelerin kütleleri eşittir.

E) Elde edilen magnezyum ve klorun mol sayıları eşittir.

4. $Cr(OH)_4^- + 4OH^- \rightarrow CrO_4^{-2} + 4H_2O + 3e^-$

tepkimesi ile ilgili;

I. Yükseltgenme yarı tepkimesidir.

II. Tepkime bazik ortamda gerçekleşmektedir.

III. $Cr(OH)_4^-$ ve CrO_4^{-2} deki (Cr) atomlarının değerlikleri sırasıyla (+3) ve (+6) dır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

5. $CrO_2^- + 4OH^- \rightarrow CrO_4^{-2} + 2H_2O + 3e^-$

tepkimesi ile ilgili;

I. Yükseltgenme yarı tepkimesidir.

II. CrO_4^{-2} deki Cr, +6 değerliklidir.

III. Bazik ortamda gerçekleşmektedir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

6. I. Anotta yükseltgenme olur.

II. Elektron verme eğilimi büyük olan elektrot anottur.

III. Anot ve kanotta alınıp verilen elektron sayıları eşittir.

Elektrokimyasal bir pil için yukarıdaki yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

7. I. $3Cl_2 + 6OH^- \rightarrow 5Cl^- + ClO_3^- + 3H_2O$

II. $MnO_4^{-2} \rightarrow MnO_2 + MnO_4^-$

III. $2\ FeBr_2 + Br_2 \rightarrow 2FeBr_3$

Yukarıdaki tepkimelerin hangilerinde bir element hem indirgenmiş hem de yükseltgenmiştir?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

8. $FeS_2 + O_2 \rightarrow Fe_2O_3 + SO_2$

Tepkimesi için aşağıda verilenlerden hangisi doğrudur?

A) FeS_2 yükseltgendir.

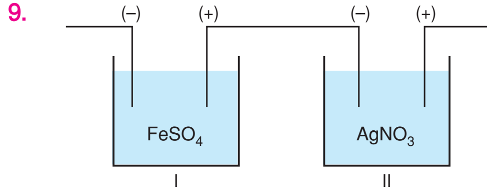
B) O_2 indirgendir.

C) Tepkimede kükürt $8e^-$ alır.

D) Tepkimede FeS_2'deki Fe ve kükürt yükseltgenir.

E) Tepkime tamamlanırsa oksijenin katsayısı 4 olur.

9.



Şekilde dirençleri özdeş iki elektroliz kabında $FeSO_4$ ve $AgNO_3$ çözeltileri elektroliz ediliyor.

I kapta 11,2 gr Fe açığa çıktığında diğerinden kaç Ag atomu toplanır?

(Fe : 56, Ag : 108, Avogadro sayısı 6.10^{23})

A) $1,2.10^{23}$ B) $2,4.10^{23}$ C) $3,6.10^{23}$
D) $2,4.10^{24}$ E) $1,2.10^{25}$

10. **Aşağıda verilen tanımlardan hangisi Faraday yasasının ifadesidir?**

A) Kimyasal tepkimelerde kütle korunur.

B) Bir mol gaz N.K. da 22,4 litrelik hacim kaplar.

C) Devreden 96500 kulonluk elektrik miktarı geçtiğinde elektrotlarda bir eşdeğer gram madde açığa çıkar.

D) Avogadro sayısı kadar elektron alabilen veya verebilen madde miktarına eşdeğer kütle denir.

E) İleri ve geri tepkime hızlarının eşitlendiği an, kapalı tepkime kabı içinde dengeye varır.

11. **Aşağıda verilenlerden hangisinde azot yükseltgenmiştir?**

A) $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$

B) $Fe(NO_3)_2\ 2NaOH \rightarrow Fe(OH)_2 + 2NaNO_3$

C) $2NO + O_2 \rightarrow N_2O_4$

D) $3Cu\ 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 4H_2O$

E) $NaOH + HNO_3 \rightarrow NaNO_3 + H_2O$

12. **$CaCl_2$ tuzu saf sıvısının elektrolizinde, devreden 5 mol elektron değerinde yük geçtiğinde katotta kaç gram madde açığa çıkar?**
(Ca : 40, Cl : 36)

A) 20 B) 50 C) 100 D) 200 E) 400

13. $MnO_4^- + NH_3 \rightarrow MnO_2 + NO_3^-$

Bazik ortamda gerçekleşen tepkimeye ait yükseltgenme yarı tepkimesi aşağıdakilerden hangisidir?

A) $MNO_4^- + 3e^- \rightarrow MnO_2 + 4OH^-$

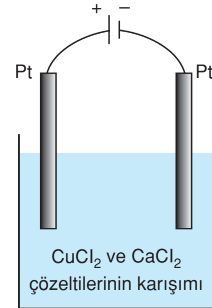
B) $2H_2O + MnO_4^- + 3e^- \rightarrow MnO_2 + 4OH^-$

C) $9OH^- + NH_3 \rightarrow NO_3 + 8e^- + 6H_2O$

D) $9OH^- + NH_3 + 8e^- \rightarrow NO_3^- + 6H_2O$

E) $OH^- + NH_3 + 2e^- \rightarrow NO_3^- + 6H_2O$

14. Elektron verme eğilimleri;
$Ca>H>Cu>Cl^->OH^-$
olduğuna göre, **yandaki elektroliz kabı için;**



I. Katotta Cu toplanır.

II. Anotta Cl_2 gazı açığa çıkar.

III. Elektroliz sırasında çözeltinin pH' ı artar.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

15. $Ag + HNO_3 \rightarrow AgNO_3 + NO_2 + H_2O$

tepkimesi denkleştirildiğinde suyun katsayısı kaç olur?

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

5. ÜNİTE

ÇEKİRDEK KİMYASI

1. BÖLÜM ÇEKİRDEĞİN YAPISI VE KARARLILIK
2. BÖLÜM YAPAY ÇEKİRDEK REAKSİYONLARI
3. BÖLÜM AKTİFLİK, RADYOAKTİF IŞINLARIN SAYIMI VE SAĞLIĞA ETKİSİ
4. BÖLÜM RADYOAKTİF MADDELERİN KULLANIM ALANLARI

Atomlar ve moleküller arası çekim kuvvetlerinin değişmesi ile fiziksel hâl değişimlerinin, atomların değerlik elektron sayılarının değişmesiyle kimyasal değişimlerinin olduğu bilinmektedir.

Kimyasal tepkimeler, atomların elektron alışverişi veya elektronların ortaklaşa kullanılmasıyla gerçekleşir. Fiziksel ve kimyasal olaylarda atomların çekirdek yapısı değişmez. Bu konuda atom çekirdeklerindeki değişmeler incelenecektir.

Bilim adamı Hanri Becquerel ışımayı 1896 yılında, fotoğraf kağıdı ve uranyum bileşiğini bir çekmeceye bırakması sonucu fark etmiştir. Radyoaktif ışımalar konusundaki esas çalışmaları Marie ve Pierre Curie tarafından yapılmıştır.

Bu çalışmalar sonucuda radyoaktif olarak adlandırılan atomların yüksek enerji tanecikleri ve ışınlar yaydıkları belirlenmiştir.

Radyoaktif atomların ışıma yapması elektron ile ilgili değil, çekirdeğin yapısı ile ilgilidir.



ÇEKİRDEĞİN YAPISI VE KARARLILIK

1. ATOM ALTI TANECİKLER
2. KARARLI VE KARARSIZ ÇEKİRDEKLER
3. DOĞAL RADYOAKTİFLİK

Günümüzün en önemli problemlerinden biri enerji ihtiyacıdır. Bu problem gelecekte de ne kadar süreceğini bilmiyoruz. Çözüm için düşünülen yaklaşımlardan biri nükleer enerjidir.

Nükleer enerji hem bir nimet hem de bir bela gibi düşünülebilir. Çünkü enerji yerine göre, toplu imha silahı, ölümcül bir hastalığın çaresi, tükenmez enerji kaynağı, bertaraf edilmesi kabus olan atık vb. şeklinde karşımıza çıkar. Nükleer enerji büyük ümitler vermekte, fakat birçok teknolojik problemi de beraberinde getirmektedir.

1. BÖLÜM

ÇEKİRDEK YAPISI VE KARARLILIK

1. ATOM ALTI TANECİKLER

Faraday, Stoney, Crooks, Plucker, Goldstain, Thomson, Millikan ve diğer bilim adamlarının yaptıkları deneyler sonucunda 19. yüzyılın atom bilgisi ortaya çıktı. Bilgi birikiminin ulaştığı bu aşamada pozitif yüklü protonların, yüksüz nötronların ve çekirdek etrafındaki belirli enerji katmanlarında bulunan elektronların olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Proton, nötron ve elektronlar atom altı tanecikler olarak kabul edilmiştir.

20. yüzyılda ileri teknolojik araçlar kullanılarak yapılan deneysel çalışmalar atomun yapısı hakkındaki bilgi birikimini geliştirmiştir. Bu konuda çaba gösteren bilim adamları, hızlandırıcılar kullanarak proton, nötron ve elektron hakkında daha fazla bilgi elde edilmesini sağlamışlardır. Yapılan bu çalışmalarda, atom altı taneciklerden olan proton ve nötronlar hızlandırıcılarda çarpıştırılmıştır. Hızlandırıcılarda çarpıştırma sırasında yeni ve daha küçük taneciklerin açığa çıktığı tespit edilmiştir. Açığa çıkan ve son derece kısa sürede yok olan bu taneciklerin incelenmesi ise çeşitli dedektör sistemleri ile gerçekleştirilmiştir.

Yapılan deneyler sonucunda belirlenen taneciklerin özelliklerini, birbiriyle olan etkileşimlerini ve tanecikleri bir arada tutan kuvvetleri açıklamak amacıyla **Standart Model** geliştirilmiştir. Standart Model'e göre temel tanecikler, **kuarklar** ve **leptonlar** olarak adlandırılan iki aileye ayrılır. Standart Model'e göre evrende, temel parçacıklar olarak; **6 çeşit kuark, 6 çeşit lepton, kuark ve leptonların karşıt parçacıkları bulunmaktadır. Bu parçacıklar dışında da parçacıklar bulunmaktadır.**

★ Kuarklar ile leptonlar ulaşılan bilgi birikimine göre, temel tanecikler oldukları düşünülmektedir.

Kuark ve Antikuarklar

★ Altı çeşit kuark ve birer de anti (karşıt) kuarkları bulunmaktadır.

	KUARKLAR				
	Adı	Adı	Sembolü	Elektrik yükü	
1	Yukarı	Up	u	$+\frac{2}{3}$	1. Nesil
2	Aşağı	Down	d	$-\frac{1}{3}$	1. Nesil
3	Tılsımlı	Charm	c	$+\frac{2}{3}$	2. Nesil
4	Garip	Strange	s	$-\frac{1}{3}$	2. Nesil
5	Üst	Top	t	$+\frac{2}{3}$	3. Nesil
6	Alt	Bottom	b	$-\frac{1}{3}$	3. Nesil

★ Anti parçacıklar örneğin anti kuarklar, aynı spinli ve eşit kütleli fakat elektriksel yükü ve magnetik momenti zıt olan parçacıklardır. Bir başka ifadeyle, anti kuarkların elektrik yükleri, karşıtı oldukları kuarkların yüklerinin tersidir.

★ Anti kuarkların sembolleri, kuarklerın sembollerinin üstüne bir çizgi konulması ile oluşturulmuştur.
Yukarı kuark: u
Anti yukarı kuark: $\bar{u}$

★ Proton ve nötronlar kuarklardan oluşmuştur. Nötron u, d, d proton ise u, u, d kuarklarından oluşmuştur.

★ Kuarkların renk yükleri; kırmızı, mavi ve yeşil renk yükleridir. Ayrıca bunların anti parçacıkları da karşıtı olduğu renk yükünü taşır; anti kırmızı, anti mavi ve anti yeşil renkleri.

Üç renk yükü veya bir renk yükü ile bunun anti yükünün bir araya gelmesi ile nötr (ya da nötr sayılan beyaz) renk oluşur.

Lepton ve Antileptonlar

★ 6 çeşit lepton ve birer de anti (karşıt) leptonlar bulunmaktadır.

	LEPTONLAR			
	Adı	Sembolü	Elektrik yükü	
1	Elektron	e^-	–1	1. Nesil
2	Elektron Nötrinosu	ν_e	0	1. Nesil
3	Muon	μ^-	–1	2. Nesil
4	Muon Nötrinosu	ν_μ	0	2. Nesil
5	Tau	τ^-	–1	3. Nesil
6	Tau Nötrinosu	ν_τ	0	3. Nesil

★ Antileptonlar antielektron, anti muon ve anti tau dur. Anti elektrona pozitron denilmektedir. Nötrinoların karşıtları ise, elektron anti nötrinosu, muon anti nötrinosu ve tau anti nötrinosudur.

★ Anti leptonların sembolleri karşıt oldukları leptonların simgelerinin üzerine birer çizgi konularak gösterilir.
Muon anti nötrinosu: ν_μ
Tau anti nötrinosu: ν_τ

★ Elektronun kütlesi $9{,}1.10^{-31}$ kg ve spini $\frac{1}{2}$ olan negatif yüklü parçacıktır. En küçük kütleli leptondur. Bozunarak dönüşebileceği daha hafif parçacık olmadığından kararlıdır. Elektronun anti parçacığı olan pozitronun ise yükü pozitiftir. Kütlesi ve spini elektron ile aynıdır. Pozitronun özel bir sembolü vardır. Pozitron e^+ veya β^+ ile gösterilir.

Temel Kuvvetler

Doğada dört temel kuvvet vardır. Bunlar:

a) Güçlü nükleer kuvvetler,
b) Zayıf nükleer kuvvetler,
c) Elektromagnetik kuvvet,
d) Kütle çekim kuvveti.

Güçlü nükleer kuvvetler kuarkların çok yakın mesafede birbirini şiddetle çekme/itme kuvvetleridir.

★ Bu çekme itme kuvvetleri, elektriksel ve manyetik kuvvetlerin binlerce katıdır.

★ u ve d kuarkları birbirini çok şiddetle çeker.

★ Kuarkların çekme itme kuvvetleri renk yükleriyle ifade edilmektedir. Kuarklardaki renk yükü adlandırmasının bilinen ışık veya renklerle bir ilgisi yoktur. Çekme itmenin temelini oluşturan fiziksel nitelik, "renk" kelimesi ile nitelenmiştir. Renkler bütünüyle keyfi seçilmiştir. Renklerle olan benzerlik ise mavi, kırmızı ve yeşilin birleşerek renksiz sayılan beyazı oluşturmasıdır. Bu da nötr renk yükünü meydana getirmektedir.

★ Güçlü nükleer kuvvetler evrendeki en güçlü kuvvetler olup proton ve nötrondaki kuarkları bir arada tutan kuvvetlerdir. Standart modele göre, atom altı parçacıklar arasındaki kuvvetleri, gerçekte çok küçük parçacıkların alışverişi sayesinde mümkün olur. Etkileşen iki kuark arasında alınıp verilen bu parçacıklara **gluon** denilmektedir. Kuarklar birbirini gluonlar sayesinde kuvvetli etkileşimle çeker.

★ Proton ve nötronlarda asıl yapı taşları olan kuarkları bir arada tutan, renk zıtlığı temeline dayalı güçlü kuvvetlerdir. Bu kuvvetler sayesinde, nükleonlar çok fazla enerjilerle karşılaşılmadıkça kararlı kalırlar.

★ Proton ve nötronların, yapılarındaki u ve d kuarkların dağılımları simetrik olmadığı için, renk dipolleri oluşur.

Zayıf nükleer kuvvetler proton - proton, proton - nötron, nötron - nötron çekim kuvvetleridir. Proton ve nötronların dipol karakterinden kaynaklanır.

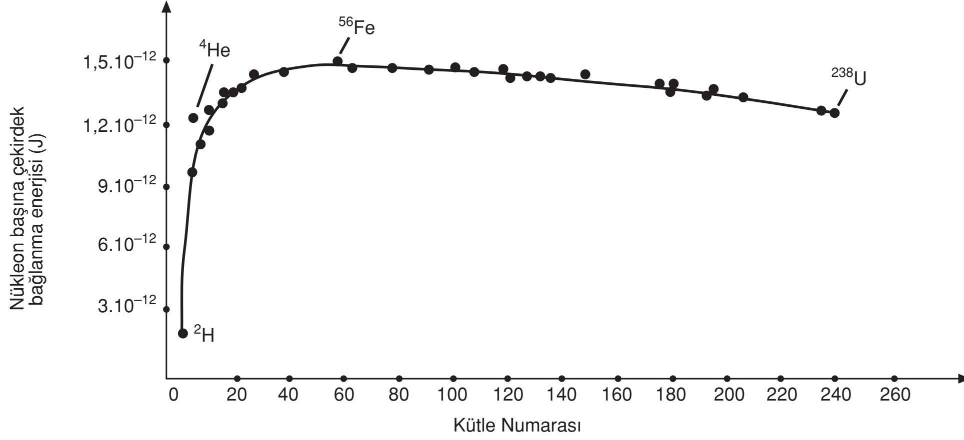
Dipol karakter nedeniyle proton ve nötronlar arasında, güçlü nükleer kuvvetlerden daha zayıf kuvvetler oluşur.

★ Zayıf nükleer kuvvetler protonlar arası itmeyi fazlasıyla karşıladığı için, protonların özdeş yüklerine rağmen çekirdekler kararlıdır.

★ Nükleonların sayısı çok artınca, nükleonlar arası mesafe artacağı için zayıf nükleer kuvvetlerin etkisi azalır. Protonlar arası elektriksel itme kuvvetleri hakim olur; çekirdek kararsız olacağından parçalanır.

2. KARARLI VE KARARSIZ ÇEKİRDEKLER

a) Bağlanma Enerjisi ve Kararlılık



Bir çekirdeği nötron ve protonlarına ayrıştırabilmek için gerekli enerjiye çekirdek bağlanma enerjisi denir. Çekirdek bağlanma enerjisi, çekirdek kararlılığının nicel bir ölçüsüdür. Bu nicelik ekzotermik bir çekirdek tepkimesi sırasında enerjiye dönüşen kütle kaybına eşdeğerdir. Hesaplamada aşağıdaki birimler esas alınmaktadır.

1 joule = $1 kg.m^2/s^2$

1 mol atom için hesaplanırken 1 atom için elde edilen değerler ile Avogadro sayısı çaprılır.

Çekirdek bağlanma enerjisi bir çekirdeğin kararlılığının bir ifadesidir. Ancak, herhangi iki çekirdeğin kararlılıklarını karşılaştırırken çekirdeklerin farklı sayıda nükleon içerdiği göz ardı edilemez. Bu nedenle nükleon başına çekirdek bağlanma enerjisi kullanılmalıdır.

$$\text{Nükleon başına Çekirdek bağlanma enerjisi} = \frac{\text{Çekirdek bağlanma enerjisi}}{\text{Nükleon sayısı}}$$

Nükleon başına çekirdek bağlanma enerjisinin değişimi grafikte verilmektedir. Önce hızlı yükselirken en fazla nükleon bağlanma enerjisi kütle numarası 40-100 arasındaki elementlere ait olup en yüksek değerler demir, kobalt ve nikel elementlerine aittir. Bunun anlamı, nükleonlar arası en yüksek net çekim kuvvetleri demir, kobalt ve nikel elementlerinin çekirdeklerindedir.

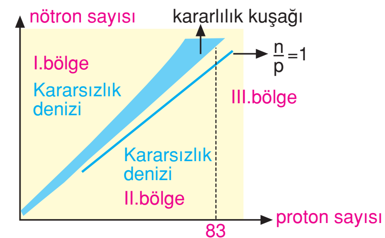
Atom çekirdeklerinin kararlı ya da kararsızlığı proton ve nötron sayıları ve bunların oranlarına da bağlanabilir.

Atom ve külte numarası en büyük kararlı çekirdek $^{209}_{83}Bi$ tür. Bu çekirdekten daha büyük olanlar kararsızdır. Bu atom çekirdeğinden küçük olup kararsız olan izotop atomlar da bulunmaktadır. Çift sayıda proton ve nötron içeren çekirdekler diğerlerine göre daha kararlıdırlar. Tek sayıda proton ve tek sayıda nötron içeren çekirdekler en az kararlı olanlardır. 2, 8, 20, 50, 82, 126 tane proton veya nötron taşıyan çekirdekler en kararlı çekirdeklerdir. Bu sayılara sihirli sayılar denir.

Bir genelleme yapılarak çekirdek kararlılığı $\frac{n}{p}$ oranı ile de ilişkilendirilebilir.

Atom numarası 20'ye kadar olan elementlerin nötron ve proton sayıları eşit veya yakındır. Bu atomların çekirdekleri kararlıdır. $\frac{n}{p}$ oranı 1 ile 1,5 arasında olan atom çekirdekleri genelikle kararlıdır. Bu bölgede olup kararsız olan atom çekirdekleri olabilir. $\frac{n}{p} > 1,5$ olan atom çekirdekleri ise kararsızdır.

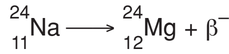
Elementlerin atom çekirdeklerinin kararlı veya kararsızlığını gösteren proton sayısı-nötron sayısı değişim grafiği çizilebilir.



Kararlı çekirdekler **kararlılık kuşağı** içinde yer alır. Bu bandın dışında kalan civar elementleri kararsızlık denizinde yer alır. Kararsızlık denizindeki çekirdekler ışıma yayarak bozunurlar.

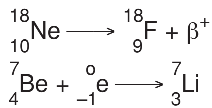
Kendiliğinden yapısını değiştiren ve ışıma veren çekirdeklere radyoaktif denir. Doğada bu tür bir çok kararsız çekirdek vardır. Atom numaraları 83'ten büyük olan tüm elementler radyoaktiftir. Daha küçük atom numaralı olan elementlerin hepsinin kararlı olduğu söylenemez. Bazı kararsız çekirdekli izotopları vardır. Kararlılık kuşağının dışındaki elementlerin durumlarını genelleştirebiliriz.

I. bölge: Bu bölgede bulunan atom çekirdeklerinde nötron sayısı fazla olduğu için kararsızlık göstermektedir. Bu bölgede olup kararsız olan atom çekirdekleri nötron sayısını azaltarak ve proton sayısını artırarak kararlılık kuşağına yaklaşabilir. Bu bölgedeki atom çekirdekleri genellikle β^- ışıması yapar.



$$^{24}_{11}Na \longrightarrow\, ^{24}_{12}Mg + \beta^-$$

II. bölge: Bölgede bulunan atom çekirdeklerinde proton sayısı fazladır. n/p oranı kararlılık kuşağındakinden küçüktür. Bu bölgede olup kararsız olan atom çekirdekleri proton sayısını azaltarak ve nötron sayısını artırarak kararlılık kuşağına yaklaşabilir. Bu atom çekirdekleri genellikle pozitron ışıması veya elektron yakalama işlemi yapar.



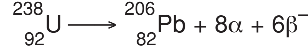
$$^{18}_{10}Ne \longrightarrow\, ^{18}_{9}F + \beta^+$$
$$^{7}_{4}Be +\, ^{0}_{-1}e \longrightarrow\, ^{7}_{3}Li$$

III. bölge: Atom numarası 83'ten büyük olan atom çekirdekleri kararsız ve radyoaktiftir. Bu elementlerin çekirdekleri en az bir α ışıması yaparak bozunurlar. Atom numaraları 60'tan küçük olan elementlerin çok azı α ışıması yapar.

Atom numaraları 83'ten büyük olan elementler genel olarak proton ve nötron kaybederler. Bu çekirdekler adım adım bozunarak, bir **radyoaktif seri** oluştururlar.

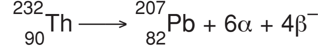
Doğal radyoaktif elementler üç grup bozunma serisi içinde yer almaktadır.

Uranyum 238 Serisi



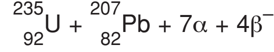
$$^{238}_{92}U \longrightarrow\, ^{206}_{82}Pb + 8\alpha + 6\beta^-$$

Toryum 232 Serisi



$$^{232}_{90}Th \longrightarrow\, ^{207}_{82}Pb + 6\alpha + 4\beta^-$$

Aktinyum Serisi (Uranyum 235 Serisi)



$$^{235}_{92}U +\, ^{207}_{82}Pb + 7\alpha + 4\beta^-$$

Yakın tarihlere kadar, radyoaktif maddeler, ağır elementlerin bozunmasıyla elde edilirdi. Bundan dolayı önemlidir. Radyoaktif bozunma serisi, nükleer yakıtların özelliklerini anlamada da önemlidir.

b) Doğal Radyoaktiflik

Kendiliğinden yapısını değiştiren ve ışıma veren izotoplara **radyoaktif** denir. Doğada bu tür çekirdeği kararsız birçok izotop vardır. Periyodik cetvelin $_{83}Bi$ izotopundan sonra gelen tüm elementler radyoaktiftir. Daha küçük atomlara sahip olan elementlerinde bazı kararsız izotopları vardır. Doğal radyoaktif bir izotop, yaygın olarak üç tür ışıma verir; **alfa, beta ve gama.**

Radyoaktiflik, çekirdek bozunmasının bir göstergesi olup çekirdeğin kısmi parçalanmasıdır. α, β ve γ enerji ve parçacıkları çekirdekten çıkarlar. Geride bozunan çekirdekten farklı sayıda proton ve nötron içeren çekirdek kalır. Bu başka bir element atomunun çekirdeğidir. Bu olayda bir elementi diğer bir elemente dönüşümü, başka bir ifade ile radyoaktif dönüşüm meydana gelmiş olur.

Nükleer (radyoaktif) dönüşümler 20. yüzyılın başlangıcına kadar bilinmiyordu.

Radyoaktif dönüşümlerin keşfi 1895 yılında Wilhelm Roentgen tarafından X ışımalarının keşfi ile başlar. Bundan esinlenen Hanri Becquerel bazı maddelerin ışıma yaptığını keşfetmiştir.

Marie Curie ve Pierre Curie yaptıkları deneyler sonucunda polonyum ve radyum elementleri keşfedildi. Bu ve buna benzer çalışmalarla elementlerin yaydıkları alfa, beta ve gama ışımaları keşfedildi ve sınıflandırıldı.

Becquerel, Pierre, Marie, Rutherford ve Villard gibi bilim adamlarının eş zamanlı çalışmaları sonucunda 1900'lu yıllara gelindiğinde uranyum, toryum, polonyum ve radyum elementlerinin ışıma yaptıkları belirlemiş oldu. Bu elementlerin ışıma yapma özelliklerini tanımak amacıyla Marie Curie tarafından radyoaktif element tanımlanması kullanıldı.

Bu çalışmaların sonucunda kütlenin enerjiye dönüşümü ($E = m.c^2$), yapay çekirdek dönüşümü ve diğer ışıma türleri keşfedildi. Bu çalışmaları nükleer fisyon ve atom bombası izledi.

★ Bir elementin bazı izotopları radyoaktif, bazı izotopları ise radyoaktif olmayabilir. Bir elementin radyoaktif özellik gösteren izotoplara **radyoizotop** denir.

★ Radyoizotopların etrafına yaydığı enerji ve parçacıklara radyasyon denir.

★ Radyasyon canlıları etkiler. Karşı karşıya kalınan miktar çok fazla ise yakıcı etki yapar. Canlı organizmadaki molekülleri özellikle de DNA'ları parçalara ayırırlar. α parçacıklarının maddeyi nüfuz etme özellikleri düşüktür. Ancak nüfuz edince çok zarar verir. Maddeye çarpma anındaki enerjileri, moleküllerden atomları uzaklaştırır ve kristaldeki iyonların yerlerini değiştirir. α tanecikleri doku içine girerse, şiddetle zarar verir ve ciddi hastalıklara yol açar. DNA veya onun protein sentez mesajını yorumlayan enzim zarar gördüğünde kanser meydana gelebilir.

α ışınlarından daha hızlı olan β ışınları elektrostatik etkileşmeye girinceye kadar yüzeyden 1 cm içeriye kadar nüfuz edebilir. Yüksüz ve yüksek enerjili γ ışınları vücuttan, camdan, kapıdan duvardan geçebilir ve yolu üzerinde çarptığı molekülleri iyonlaştırarak canlı dokuya zarar verebilir. γ ışınları etkisiyle iyonlaşan protein ve DNA molekülleri, işlevlerini yapamazlar ve sonuçta radyasyon hastalığı ve kanser ortaya çıkabilir.

★ Radyoaktif maddenin yaydığı radyasyon fotoğraf filmlerini etkiler. Fotoğraf filmlerini yakarak siyahlaştırır. Fotoğraf filmleri üzerinde siyahlaştırmanın miktarına bakılarak, şiddet ölçümleri veya karşılaştırmalar yapılabilir.

★ Radyoaktif maddelerin yaydıkları radyasyon Geiger sayacı kullanılarak ölçülür. Geiger sayacı ışımayı, düşük basınçlı bir gazın iyonlaşmasını izleyerek kaydeder. Işıma, atomları iyonlaştırır ve elektrotlar arasında kısa süreli bir akım oluşturur. Oluşan elektrik sinyali hem parıldamaya hem de tık sesine dönüştürülür. Her tık sesi veya parıldama bir nükleer parçalanmayı gösterir.

★ Bir radyoaktif izotopun saniyedeki nükleer bozunma sayısına **aktiflik** denir. Saniyedeki bir nükleer bozunmaya **1 becquerel** birimi denir.

Radyoaktif bir çekirdek, yaygın olarak 3 tür ışıma verir: α parçacıkarı, β^- parçacıkları ve γ ışınları. Bunlara β^+ ve elektron yakalamayı da ekleyebiliriz. Bu doğal bozulma türlerini kısaca özetleyebiliriz.

Alfa Bozunması ve Alfa Işınları

a) Alfa Işınları

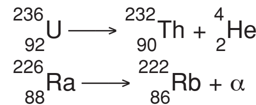
α veya ${}^{4}_{2}He$ ile gösterilir. +2 yüklü, kütle numarası 4 olan parçacıklardır. Pozitif yüklü olduklarından elektrik ve manyetik alanlarda sapmaya uğrarlar.

Alfa parçacıklarının hızı, ışık hızının % 10'u civarındadır. Bundan dolayı nüfuz etme özelliği azdır. Ancak zarar verir. Bir madde içerisinde hareket ederken maddeyi iyonlaştırırlar ve çok miktarda iyon oluştururlar.

b) Alfa Bozunması

Daha önce söylendiği gibi atom numaraları 83'ten büyük olan elementler α ışıması yaparak bozunurlar. Bu çekirdekler proton ve nötron sayılarını azaltarak kararlı olmaya çalışırlar.

Alfa ışıması, yapan bir atomun çekirdeğinden He^{+2} ayrılır. Atom çekirdeği 2 proton ve 2 nötron fırlatmış olur. Atom numarası 2, kütle numarası 4 azalır.



$${}^{236}_{92}U \longrightarrow {}^{232}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$$

$${}^{226}_{88}Ra \longrightarrow {}^{222}_{86}Rb + \alpha$$

Oluşan ${}^{4}_{2}He^{+2}$ çekirdekleri $2e^-$ alarak helyum gazını oluşturur.

ÖRNEK

Atom numarası 88, kütle numarası 226 olan X elementi 3α ışımasını yaparak Y elementini oluşturuyor. Y'nin nötron sayısı kaçtır?

A) 82 B) 88 C) 132 D) 138 E) 214

ÇÖZÜM

Beta Bozunması ve Beta Işınları

a) Beta Işınları

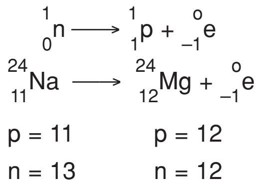
β, β^- veya ${}_{-1}^{0}e$ ile gösterilir. –1 yüklü, kütlesi elektronun kütlesine eşittir. Kütle numarası 0'dır. Elektrik ve manyetik alanlarında sapmaya uğrarlar. Negatif yüklü olduğu için (+) kutba sapar. β^- taneciklerinin hızı, ışık hızının % 15'i civarındadır. α parçacıklarına göre daha fazla nüfuz etme özelliğine sahiptir.

b) Beta Bozunması

Genellikle $\frac{n}{p} > 1$ olup kararsızlık bölgesinde yer alan atom çekirdekleri β^- ışıması yaparlar.

Bir elementin atom çekirdeği $1\beta^-$ ışıması yapınca atom numarası 1 artar, kütle numarası değişmez. İzobar atomlar oluşur.

Beta bozunması, bir nötronun bir protona dönüşmesidir.



$${}_{0}^{1}n \longrightarrow {}_{1}^{1}p + {}_{-1}^{0}e$$

$${}_{11}^{24}Na \longrightarrow {}_{12}^{24}Mg + {}_{-1}^{0}e$$

p = 11 p = 12

n = 13 n = 12

ÖRNEK

${}_{90}^{230}X$ atomu 6 alfa, 4 beta ışımalarını yapıyor.

Oluşan Y'nin atom ve kütle numarası kaçtır?

A) 90–208 B) 34–206 C) 82–208

D) 82–206 E) 80–210

ÇÖZÜM

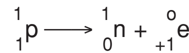
Pozitron Bozunması ve Pozitron Işınları

a) Pozitron Işınları

β^+ veya ${}_{+1}^{0}e$ ile gösterilir. +1 yüklü, kütlesi elektronun kütlesine eşit ve kütle numarası 0 olan bir taneciktir. Elektrik ve manyetik alanlarında sapma gösterir. Pozitif yüklü olduğu için (–) kutba sapar. Hızı ışık hızının % 90'ı civarındadır. Nüfuz etme özelliği daha fazladır.

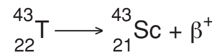
b) Pozitron Bozunması

$\frac{n}{p} < 1$ olduğu için kararsız olan atom çekirdekleri kararlı hale geçmek için pozitron ışıması yapar. Nötron sayısı artar, proton sayısı azalır. Pozitron ışımasında 1 proton 1 nötrona dönüşür.



$${}_{1}^{1}p \longrightarrow {}_{0}^{1}n + {}_{+1}^{0}e$$

Bir element atomu bir pozitron ışıması yaparsa atom numarası bir azalır, kütle numarası değişmez. İzobar atom oluşur.



$${}_{22}^{43}T \longrightarrow {}_{21}^{43}Sc + \beta^+$$

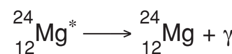
Gama Bozunması ve Gama Işınları

a) Gama Işınları

γ ile gösterilir. Kütlesi ve yükü sıfırdır. Hızı ışık hızına eşittir. Nüfuz etme özelliği çok yüksektir. Elektrik ve manyetik alanlarında sapmaz. Yüksek enerjili elektromanyetik dalgalardır.

b) Gama Bozunması

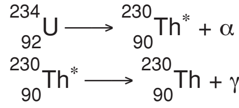
Diğer ışımalar sonucunda atom çekirdeğinde enerji birikir. Biriken fazla enerji atom çekirdeğini kararsız yapar. Bu tür atomları göstermek için sağ üst köşesine * işareti konulur.



$${}_{12}^{24}Mg^* \longrightarrow {}_{12}^{24}Mg + \gamma$$

Bu yüksek enerjili atom çekirdekleri gama ışını yayarak daha düşük enerjili çekirdeğe dönüşür.

Gama ışıması yapan atom çekirdeklerinin atom ve kütle numarası değişmez.



$^{234}_{92}U \longrightarrow ^{230}_{90}Th^{*} + \alpha$

$^{230}_{90}Th^{*} \longrightarrow ^{230}_{90}Th + \gamma$

ÖRNEK

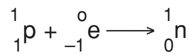
$^{35}_{16}X$ izotopu bir beta ışıması yaparak Y izotopuna dönüşüyor. **Y izotopu için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?**

A) Kütle numarası 34'tür.
B) Periyodik cetvelin 5A grubundadır.
C) Atom numarası 15'tir.
D) Nükleon sayısı 36'dır.
E) Nötron sayısı 18'dir.

ÇÖZÜM

Elektron Yakalama

Atom çekirdeği en yakın orbital olan 1s orbitalinden bir elektron yakaladığında,

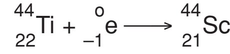


$^{1}_{1}p + ^{0}_{-1}e \longrightarrow ^{1}_{0}n$

tepkimesi sonucunda bir proton azalır, bir nötron artar. Bunun sonucunda atom numarası bir azalır, kütle numarası değişmez. Kütle numarasının değişmemesinin nedeni; proton sayısı bir azalırken, nötron sayısı bir artması ve toplamının değişmemesidir.

Bir elektronun yakalanması sonucunda boşalan elektronun yerini doldurmak için elektronlar yeniden düzenlenir. Elektronların yüksek enerji seviyesinden düşük enerji seviyesine geçmeleri sonucu enerji açığa çıkar. Enerji farkı dışarıya elektromanyetik ışıma olarak yayılır.

Elektron K enerji katmanından yakalandığı için elektron yakalanmasına **K-yakalaması** da denir.



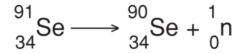
$^{44}_{22}Ti + ^{0}_{-1}e \longrightarrow ^{44}_{21}Sc$

Bir atomun elektron yakalaması doğal bir olaydır.

Nötron Bozunması (Işıması)

Atom çekirdeğinin bir nötronu dışarı fırlatmasıdır. Bu tepkime az yaygındır. Hızlı gerçekleşeceği için takip edilmesi kolay olmayan bir olaydır.

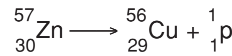
Bu bozunmada atom numarası değişmez, kütle numarası 1 azalır. Sonuç olarak ışıma yapan atomun izotopu oluşur.



$^{91}_{34}Se \longrightarrow ^{90}_{34}Se + ^{1}_{0}n$

Proton Bozunması (Işıması)

Atom çekirdeğinin bir protonun dışarı fırlatmasıdır. Bu tepkime az yaygındır. Bu bozunmada atom numarası ve kütle numarası birer azalır. Elementin türü değişir.



$^{57}_{30}Zn \longrightarrow ^{56}_{29}Cu + ^{1}_{1}p$

ÖRNEK

X izotopu 3 alfa, 2 beta ışımaları sonucunda $^{205}_{83}Y$ izotopuna dönüşüyor. **X'in atom ve kütle numarası kaçtır?**

A) 84 – 210 B) 86 – 209 C) 87 – 217
D) 93 – 217 E) 95 – 223

ÇÖZÜM

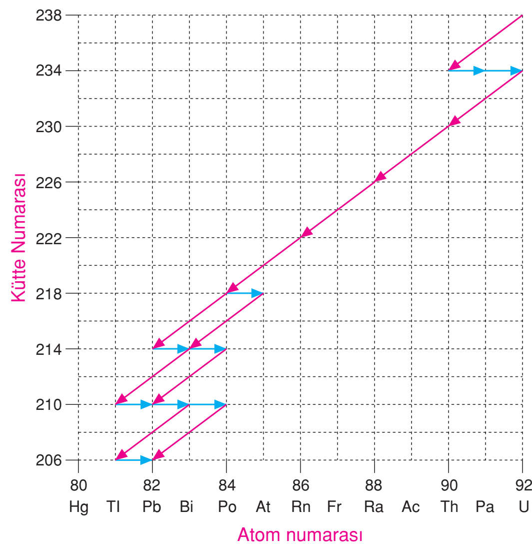
ÖRNEK

$^{231}_{90}X$ izotopunun $^{207}_{82}Pb$ izotopuna dönüştüğü bir radyoaktif bozunmada, kaç alfa ve kaç beta ışımaları olmuştur?

A) 4α, 4β
B) 4α, 6β
C) 6α, 2β
D) 6α, 4β
E) 6α, 6β

ÇÖZÜM

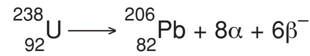
Atom numaraları 83'ten büyük olan radyoaktif elementler genel olarak proton ve nötron kaybederler. Bu çekirdekler adım adım bozunarak, bir **radyoaktif bozunma serisi** oluştururlar.



$^{238}_{92}U$ un doğal bozunma serisi (uranyum serisi) Aşağıya ve sola yönlenen uzun oklar α-parçacığı yayınlanmalarına karşılık gelir. Kısa yatay oklar β– yayınlanmalarını gösterir. Diğer doğal radyoaktif bozunma serileri $^{235}_{92}U$ (aktinyum serisi) ile başlar.

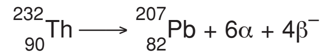
Atom numaraları büyük olan bütün radyoaktif çekirdekler üç radyoaktif bozunma serisinden birine göre bozunur.

Uranyum 238 Serisi



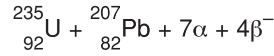
$$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{206}_{82}Pb + 8\alpha + 6\beta^-$$

Toryum 232 Serisi



$$^{232}_{90}Th \longrightarrow {}^{207}_{82}Pb + 6\alpha + 4\beta^-$$

Aktinyum Serisi (Uranyum 235 Serisi)



$$^{235}_{92}U + {}^{207}_{82}Pb + 7\alpha + 4\beta^-$$

Eskiden aktino - uranyum olarak adlandırılan aktinyum serisi uranyum - 235 ile başlar.

Yakın tarihlere kadar, radyoaktif maddeler, ağır elementlerin bozunmasıyla elde edilirdi. Bundan dolayı önemlidir. Radyoaktif bozunma serisi, nükleer yakıtların özelliklerini anlamada da önemlidir.

1. ${}^{94}_{42}X$ çekirdeği 2 alfa, 3 beta ışımalarını yaparak Y çekirdeğine dönüşüyor.

Y'nin izotopu aşağıdakilerden hangisidir?

A) ${}^{86}_{41}Y$ B) ${}^{86}_{40}Y$ C) ${}^{86}_{42}Y$ D) ${}^{85}_{39}Y$ E) ${}^{85}_{41}Y$

ÇÖZÜM

2. X elementi 3 alfa, 2 beta ışımaları sonucunda ${}^{206}_{82}Y$ elementine dönüşüyor.

X'in atom ve kütle numarası kaçtır?

A) 84 – 218 B) 86 – 218 C) 86 – 220
D) 88 – 218 E) 88 – 20

ÇÖZÜM

3. **Bir elementin radyoaktif izotopu 6 alfa, 4 beta ve 2 gama ışımalarını yaparsa proton ve nötron sayılarından kaçar tane azalır?**

	Proton	Nötron
A)	8	24
B)	12	24
C)	16	8
D)	8	16
E)	6	16

ÇÖZÜM

4. ${}^{234}_{91}X$ atomu 4 alfa, 1 beta ışımalarını yapıyor.

Işıma sonucu oluşan yeni izotopun atom ve kütle numarası kaçtır?

A) 84 – 218 B) 84 – 219 C) 84 – 235
D) 85 – 218 E) 86 – 218

ÇÖZÜM

5. Periyodik cetvelin 6. periyot 2A grubunda bulunan X'in radyoaktif izotopu 3 alfa, 1 beta ışımalarını yapıyor.

Oluşan Y elementinin periyot ve grubu nedir?

A) 5. periyot, 4A B) 6. periyot, 2A
C) 5. periyot, 5A D) 6. periyot, 5A
E) 5. periyot, 6A

ÇÖZÜM

6. $^{214}_{84}X$ izotopu 1 alfa, 3 beta ışımalarını yaparak Y izotopuna dönüşüyor.
Y izotopunun nötron sayısı kaçtır?

A) 130 B) 129 C) 128 D) 125 E) 85

ÇÖZÜM

7. **$^{231}_{90}Th$ izotopunun $^{207}_{82}Pb$ izotopuna dönüştüğü bir radyoaktif bozunmada kaç alfa, kaç beta ışımaları olmuştur?**

A) 4α, 4β B) 4α, 6β C) 6α, 2β
D) 6α, 4β E) 6α, 6β

ÇÖZÜM

8. I. α ışıması yapan X izotopu
II. β ışıması yapan Y izotopu
III. γ ışıması yapan T izotopu
IV. Oksitlenen Z izotopu

Yukarıda verilen olaylardan hangilerinin sonucunda elementin sembolu değişir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) III ve IV E) II ve IV

ÇÖZÜM

9. Radyoaktif X elementi 2α, 1β ışımalarını yaptıktan sonra $^{234}_{91}Y$ elementine dönüşmektedir.
Buna göre, aşağıda verilenlerden hangisi X elementinin izotop atomudur?

A) $^{240}_{94}X$ B) $^{240}_{92}X$ C) $^{230}_{90}X$ D) $^{242}_{94}X$ E) $^{242}_{90}X$

ÇÖZÜM

10. **7. periyot 1A grubundaki X elementinin 2α, $2\beta^-$ ışımaları sonucunda oluşturduğu Y elementinin periyodik cetveldeki yeri neresidir?**

	Periyot	Grup
A)	7	7A
B)	6	7A
C)	6	6A
D)	5	6A
E)	5	8A

ÇÖZÜM

11. $\frac{n}{p} < 1$ **olduğu için kararsız olan çekirdekler, kararlı hale dönüşmek için,**

I. α ışıması

II. β ışıması

III. Pozitron ışıması

IV. Elektron yakalaması

ışımalarından hangilerini yapabilir?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) Yalnız IV

D) I ve II E) III ve IV

ÇÖZÜM

12. $^{242}_{94}X$ elementi seri bozunma sırasında 7 alfa, 2 beta ışımalarını yaparak Y elementini oluşturuyor. **Oluşan Y elementi için,**

I. X'ten daha kararlı bir çekirdeğe sahiptir.

II. Kimyasal özellikleri X'inkine benzer.

III. Nötron sayısı 132'dir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

ÇÖZÜM

13. **Bir X elementi;**

I. $2\alpha, 2\beta^-$

II. $\alpha, 2\beta^-$

III. $\alpha, 2\beta^+$

ışımalarından hangilerini yaptığında izotopu oluşur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

ÇÖZÜM

1. ${}^{12}_{6}C$, ${}^{13}_{6}C$ atomları radyoaktif değildir. ${}^{14}_{6}C$ atomu ise radyoaktiftir.

Buna göre,

a) ${}^{14}_{6}C$ çekirdeği kararlı hale geçmek için hangi ışımaları yapabilir?

b) Verilen izotopların fiziksel, kimyasal ve radyoaktif özelliklerinden hangileri farklıdır?

2. I. ${}^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{234}_{90}Th + ?$

II. ${}^{24}_{12}Mg^{*} \longrightarrow {}^{24}_{12}Mg + ?$

III. ${}^{9}_{5}B \longrightarrow {}^{9}_{4}Be + ?$

IV. ${}^{234}_{90}Th \longrightarrow {}^{234}_{91}Pa + ?$

Yukarıda verilen radyoaktif bozunma tepkimelerinde soru işaretleri yerine hangi ışımalar getirilmelidir?

3. Periyodik cetvelin 7. periyodunun 1. elementi olan X, 3 alfa, 2 beta ışımalarını yaparak Y elementini oluşturuyor. **Buna göre,**

a) Oluşan Y'nin periyot ve grubu nedir?

b) X'in kütle numarası 211 olduğuna göre, Y'nin nötron sayısı kaçtır?

4. X elementi radyoaktif bir elementtir.

I. $X_{(k)}$ + ısı $\longrightarrow X_{(s)}$

II. $X_{(k)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow XCl_{2(k)}$ + Isı

III. $X \longrightarrow Y + 2\alpha$

IV. $X_{(g)}$ + enerji $\longrightarrow X^{+}_{(g)} + e^{-}$

Olaylarından hangilerinin sonucunda X'in radyoaktif özellikleri değişmez?

5. **${}^{210}_{84}X$ izotopu sırasıyla 1 alfa, 1 pozitron, 3 gama ışımalarını yaptığında meydana gelen atomun atom ve kütle numarası nedir?**

6. **1 alfa, 2 beta ışımalarını yapan bir element ile ilgili;**

I. Kütle numarası değişmez.

II. Nötron sayısı 4 azalır.

III. İzotopuna dönüşür.

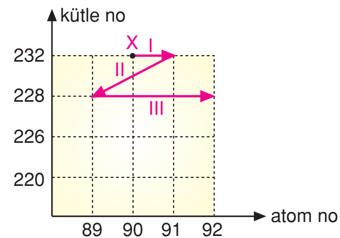
ifadelerinden hangileri doğru olur?

7. **${}^{234}_{90}X$ çekirdeği 2 alfa, 2 nötron ve 2 gama ışımalarını yaptığında oluşan elementin,**

a) Proton sayısı kaçtır?

b) Nötron sayısı kaçtır?

8.



X radyoaktif izotopun yaptığı ışımalar grafikte verilmiştir. **X izotopu hangi ışımaları yapmıştır?**

9. Çekirdeğinde 90 proton ve 141 nötron içeren radyoaktif X atomu 3α, $2\beta^-$ ışıması yaparak Y atomuna dönüşüyor. **Buna göre,**

a) Y'nin atom numarası kaçtır?

b) Y'nin kütle numarası kaçtır?

10. Radyoaktif X elementinin 136 nötronu vardır.

Bu elementin 3 alfa, 4 beta ışıma yapmasıyla oluşan Y elementinin nötron sayısı kaçtır?

11. Radyoaktif X çekirdeğinin;

I. Nötron fırlatma

II. Elektron yakalama

III. Pozitron bozunması

IV. Beta ışıması

işlemlerinden hangilerinin sonucunda $\frac{n}{p}$ oranı artar?

12. I. $\frac{n}{p} > 1$ olduğu için kararsız olan atomlar β^- ışıması yapar.

II. γ ışınlarının giriciliği α ve β ışınlarınkinden fazladır.

III. Organizmaya etki ederler.

Radyoaktif ışınlar ve etkileri için yukarıdakilerden hangileri doğru olur?

13. Değerlik elektron sayısı 5 olan ve A grubunda bulunan radyoaktif X atomu 2α, $6\beta^-$ ışımalarını yaparak Y atomuna dönüşüyor.

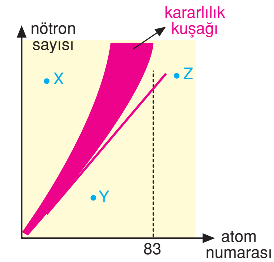
Y atomunun temel elektron dağılımının son terimi nedir?

14. $^{234}_{92}X$ atomu 7α, $4\beta^-$ ışımalarını yaparak Y atomunu oluşturuyor. **Buna göre,**

a) X ile Y'nin nötron sayıları farkı kaçtır?

b) Y'nin atom numarası kaçtır?

15.



Grafikte verilen X, Y, Z ve T elementlerinden hangileri kararlı hale geçmek için pozitron bozunması veya elektron yakalama işlemini yapması beklenir?

ÇEKİRDEK REAKSİYONLARI

1. ÇEKİRDEK TRANSMUTASYONU
2. FİSYON TEPKİMELERİ
3. FÜZYON TEPKİMELERİ
4. TRANSURANYUM ELEMENTLERİ

Kimyasal tepkimeler ile nükleer tepkimeler arasında önemli farklılıklar vardır.

√ Kimyasal tepkimelerde atomun değerlik elektron sayısı değişirken, nükleer tepkimelerde çekirdek değişikliğe uğrar.

√ Bir elementin izotoplarının kimyasal özellikleri aynıdır. Ancak elementin izotopları farklı nükleer tepkime verir.

√ Nükleer tepkimelerde yeni elementler oluşabilir. Kimyasal tepkimelerde ise mümkün değildir.

√ Kimyasal tepkimelerde kütle korunur. Nükleer tepkimelerde ise kütle korunmaz.

√ Nükleer tepkimelerdeki enerji değişimi, kimyasal tepkimelerdeki enerji değişiminden çok fazladır.

Radyoaktif değişmeler atomunun çekirdeği ile ilgilidir. Bundan dolayı atomun çekirdek yapısı ve atomun temel tanecikleri iyi bilinmelidir.

2. BÖLÜM

ÇEKİRDEK REAKSİYONLARI

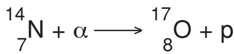
1. ÇEKİRDEK TRANSMUTASYONU

Yapay radyoaktiflik, radyoaktif olan veya olmayan bazı kararlı veya kararsız çekirdeklerin çeşitli taneciklerle bombardıman edilmesiyle oluşur. Bombardımana uğrayan çekirdek çeşitli ışımalar yaparak yeni bir çekirdeğe dönüşür. Bu olaylara **yapay radyoaktiflik** denir.

Yapay radyoaktifliğin amacı yeni elementler oluşturmaktır. Bir elementi sentezlemek için çok yüksek enerjili şartları sağlamak gerekir. Başka yöntemler olmakla birlikte, çekirdeği, hızlandırıcılarla yüksek hıza ulaştırılmış bir diğer çekirdekle veya küçük parçacıkla bombardıman etmektir.

Bombardımanda kullanılan parçacık pozitif yüklü ise (+) yüklü atom çekirdeğinin elektrostatik itmesini yenmesi gerekir. Bu da, yüksek hız gerektirir.

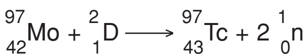
İlk çekirdek dönüşümü 1919 yılında Rutherford tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çekirdek dönüşümünde alfa parçacıkları kullanılmıştır.



$$^{14}_{7}N + \alpha \longrightarrow {}^{17}_{8}O + p$$

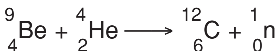
Bu tepkime ilk defa transmutasyon yolu ile bir elementin başka bir elemente dönüştürülebileceğini göstermiştir. Çekirdek transmutasyonunun radyoaktif bozunmadan farkı, iki parçacığın çarpıştırılması sonucu meydana gelmesidir.

Dünyada ilk defa 1937 de teknesyum elementi sentezlenmiştir. Bu elementin izotopları tıbbi uygulamada kullanılmaktadır.



$$^{97}_{42}Mo + {}^{2}_{1}D \longrightarrow {}^{97}_{43}Tc + 2\,{}^{1}_{0}n$$

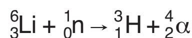
Nötronun yüksüz olması nedeniyle bombardımanda daha kolay kullanılmaktadır. Nötronun keşfi yine çekirdek tepkimelerine dayanmaktadır. James Chadwick tarafından 1932 yılında keşfedilmiştir.



$$^{9}_{4}Be + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{1}_{0}n$$

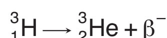
Bazı elementler ve bazı elementlerin izotopları doğada doğal olarak bulunmazlar. Doğal olarak bulunmayan bu elementler ve izotoplar yapay radyoaktif tepkimeler sonucunda elde edilmektedir.

Hafif elementler genel olarak radyoaktif parçacıklarla bombardıman edilerek radyoaktif hale getirilebilir.



$$^{6}_{3}Li + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{3}_{1}H + {}^{4}_{2}\alpha$$

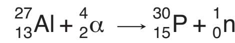
oluşan trityum β^- ışıması yapar.



$$^{3}_{1}H \longrightarrow {}^{3}_{2}He + \beta^-$$

Daha öncede bahsedildiği gibi çoğu yapay izotop nötron bombardımanı ile hazırlanır. Nötronlar yüksüz olmaları nedeniyle hedef çekirdek tarafından saptırılmayacağından, bu yöntem çok uygun bir yöntemdir. Nötron yerine pozitif yüklü tanecikler (proton ya da α) kullanıldığında, bu tanecikleri hedef çekirdeklerle kendileri arasındaki elektrostatik itmeyi yenecek büyük bir enerjiye sahip olmaları gerekmektedir. Bu tür tepkimelerin olabilmesi için parçacık hızlandırıcılara gerek vardır. Parçacık hızlandırıcılar yüklü taneciklerin hızını artırmak için manyetik ya da elektrik alanları kullanılır.

Çeşitli parçacık hızlandırıcı modeller geliştirilmişti. Spiral yol boyunca hızlandırdığı parçacık hızlandırıcılar veya yaklaşık 3 m lik düz yol boyunca hızlandırdığı parçacık hızlandırıcılar gibi. Günümüzde parçacıkları ışık hızının % 90'nından daha fazla hızlandırmak mümkündür.



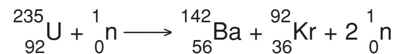
$$^{27}_{13}Al + {}^{4}_{2}\alpha \longrightarrow {}^{30}_{15}P + {}^{1}_{0}n$$

Bu tür tepkimelerin olabilmesi için parçacık hızlandırıcılara gerek vardır.

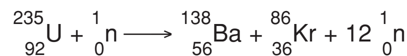
Hızlandırıcılar oluşturulan yüksek enerjili parçacıklar atom çekirdeklerinin parçalanmasında kullanılır.Parçalanma tepkimeleri sonucunda yapılan çalışmalar çekirdek yapısı ve bağlanma enerjisi hakkında önemli bilgiler verir.

2. FİSYON TEPKİMELERİ

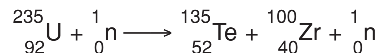
Ağır bir çekirdeğin daha küçük kütleli çekirdeklere ve bir ya da daha fazla nötrona bölünmesi işlemidir. Fisyon tepkimeleri muazzam miktarda enerji açığa çıkardığı için, nükleer güç üretim tesislerinde elektrik elde etmede kullanılır.



$$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{142}_{56}Ba + {}^{92}_{36}Kr + 2\,{}^{1}_{0}n$$

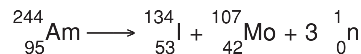


$$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{138}_{56}Ba + {}^{86}_{36}Kr + 12\,{}^{1}_{0}n$$



$$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{135}_{52}Te + {}^{100}_{40}Zr + {}^{1}_{0}n$$

Fisyon tepkimeleri yapay oluştuğu gibi kendiliğinden de oluşabilir. Ağır elementlerin nükleonlarının çalkalanma hareketleri sonucunda çekirdek bölünür.



$$^{244}_{95}Am \longrightarrow {}^{134}_{53}I + {}^{107}_{42}Mo + 3\,{}^{1}_{0}n$$

Bazı bölümlerde açığa çıkan büyük miktarda enerji ile birlikte daha fazla nötron oluşur. Bu nötronlar zincir çekirdek tepkimelerinin meydana gelmesini sağlar. Zincir tepkimeler birbirini izleyen çekirdek bölünme tepkimelerinin kendiliğinden oluşması şeklinde yürür. Tepkime bir saniyeden daha az bir sürede kontrol edilemez duruma gelir ve çevreye büyük miktarda enerji (ısı) yayabilir. Kütle az ise zincir tepkimeler oluşmaz. Bu durumda nötronlar uzaklaşacak ve zincir tepkimesi oluşmayacaktır.

Kritik kütle çekirdek zincir tepkimelerinin kendiliğinden oluşabilmesi için gereken minimum bölünebilen madde miktarıdır.

Çekirdek bölünmesinin ilk uygulaması atom bombasının yapılanmasıdır. Bombanın yapımında can alıcı faktör bomba için gerekli kritik kütlenin belirlenmesidir. En küçük atom bombası 20.000 ton TNT'ye eşdeğerdir. Küçük bir bomba için yaklaşık 1 kg U-235 veya Pu-239 kritik kütleyi oluşturur. Bir bombada iki kritik kütle kullanılır. Patlamanın başlangıcında TNT'den yararlanılır.

Nükleer Reaktörler

Oluşturulan kontrollü zincir tepkimesinden açığa çıkan ısıdan elektrik enerjisi üretimini sağlayan sistemdir. Nükleer reaktörlerin bir kaç farklı tipi vardır. Üç temel tip;

Hafif su reaktörleri
Ağır su reaktörleri
Besleyici reaktörler

Hafif su reaktörlerinde, bölünme işleminde kullanılacak nötronların yavaşlatılmasında su kullanılmaktadır. Nötronların kinetik enerjisini azaltan ve moderatör olarak adlandırılan maddelerde;

- toksik olmamalı.
- ucuz olmalı.
- nötron bombardımanı sonucu bir radyoaktif maddeye dönüşmemelidir

özelikleri aranmaktadır.

Moderatör olarak su kullanılan reaktörlere **hafif su reaktörleri** olarak adlandırılır.

Nükleer yakıt olarak genellikle uranyum oksitleri kullanılır. U_3O_8 deki gibi doğal olarak oluşan yatıklarda çok az miktarda U-235 izotopu vardır. Bunun için önce zenginleştirme işlemi yapılır. Nükleer reaktörün atom bombasından farkı, nükleer reaktörde oluşan tepkimenin her zaman kontrol altında tutulmasıdır. Ayrıca çekirdek tepkimeleri tarafından yayılan ısıyı soğuran ve onu reaktör dışına aktaran muazzam soğutma sistemlerine sahiptir.

Dışarıya aktarılan ısı bir elektrik jeneratörünü çalıştırmak için gerekli buharı üretimde kullanılır. Buharı yoğunlaştırmak ve yeniden kullanmak için çok büyük miktarda soğutma suyuna ihtiyaç vardır. Bundan dolayı nükleer santraller genellikle ırmak ve göl kenarlarına inşa edilir.

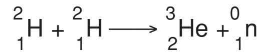
Ağır su reaktörleri, moderatör olarak ağır su (D_2O) kullanılır. Döteryum (^2_1D) nötronları, sıradan hidrojene göre daha az soğurur. Reaktör daha az nötron soğurduğu için daha verimli çalışır. Uranyum zenginleştirmesine gereksinimi ortadan kaldırır.

Besleyici reaktörler, yakıt olarak uranyum kullanır. Bu reaktörlerde zincir tepkime oluştuğu için başlangıç maddeyi tekrar üretebilmektedir. Yeni yakıt koyma ihtiyacını azaltmaktadır. Fakat inşaa edilmesi pahalı olduğundan tercih edilmemektedir.

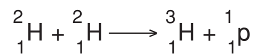
3. FÜZYON TEPKİMELERİ

Küçük kütleli çekirdeklerin kaynaşıp büyük kütleli çekirdekler oluşturmasıdır.

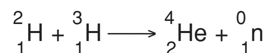
Yüklü çekirdeklerin füzyona uğrayabilmesi için birbirlerine çok yüksek hıza ulaştıktan sonra çarpmaları gerektiğinden, pratikte nükleer füzyonun başarılması çok zordur. Çekirdekleri yeterli hıza ulaştırmak için, fisyon tepkimesinden elde edilen enerjiyle ısıtılmaktadır.



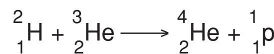
$$^2_1H + ^2_1H \longrightarrow ^3_2He + ^0_1n$$



$$^2_1H + ^2_1H \longrightarrow ^3_1H + ^1_1p$$



$$^2_1H + ^3_1H \longrightarrow ^4_2He + ^0_1n$$



$$^2_1H + ^3_2He \longrightarrow ^4_2He + ^1_1p$$

Çekirdek birleşmesi; çekirdek bölünmesinin aksine artık depolama problemi de olmayan, küçük çekirdeklerin daha büyük bir çekirdek oluşturmak üzere birleşmesidir.

İki hafif çekirdek daha büyük ve kararlı bir çekirdek oluşturmak üzere birleşirse veya birbirleriyle kaynaşırsa önemli miktarda enerji açığa çıkacaktır. Bu olay çekirdek birleşmesi ile enerji üretimi için devam eden araştırmaların temel dayanağıdır.

Bölünme tepkimelerinin aksine çekirdek birleşmesi kağıt üzerinde çok ümit verici bir enerji kaynağı gibi görünüyor. Çekirdek birleşmesi aşağıdaki avantajlara sahiptir.

• Yakıtların ucuz ve neredeyse tükenmezdir.
• İşlem çok az radyoaktif artık üretir.

Bu avantajlarına rağmen henüz bu konuda bir reaktör mevcut değildir. Bu konuda teknik sorunlar henüz çözülmemiştir.

ÖRNEK

${}^{96}_{42}X$ çekirdeğine ${}^{2}_{1}H$ gönderilerek oluşturulan bombardıman sonucu ${}^{97}_{43}Y$ ve Z taneciği oluşuyor.

Z taneciği aşağıdakilerden hangisidir?

A) Alfa B) Beta C) Pozitron
D) Nötron E) Proton

ÇÖZÜM

ÖRNEK

X elementinin çekirdeğine alfa gönderilerek oluşturulan bombardıman sonucunda ${}^{211}_{85}Y$ ve 2 nötron oluşuyor. **X elementi aşağıdakilerden hangisidir?**

A) ${}^{209}_{83}X$ B) ${}^{209}_{85}X$ C) ${}^{208}_{85}X$ D) ${}^{208}_{83}X$ E) ${}^{210}_{83}X$

ÇÖZÜM

ÖRNEK

${}^{54}_{26}X$ çekirdeği alfa tanecikleri ile bombardıman edildiğinde 2 tane β ve Y çekirdeği oluşuyor.

Y çekirdeği aşağıdakilerden hangisidir?

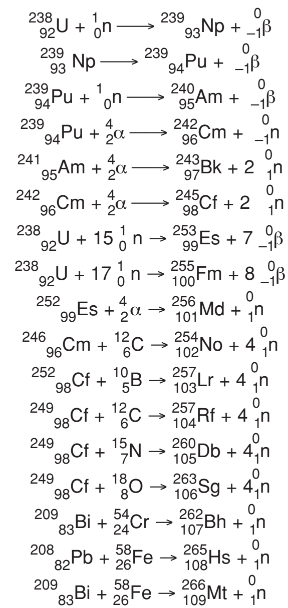
A) ${}^{58}_{26}X$ B) ${}^{54}_{28}X$ C) ${}^{58}_{28}X$ D) ${}^{54}_{30}Y$ E) ${}^{58}_{30}Y$

ÇÖZÜM

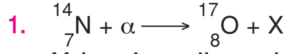
ESEN YAYINLARI

4. TRANSURANYUM ELEMENTLERİ

Tansuranyum elementleri olarak adlandırılan ve atom numarası 92 den büyük olan elementleri elde etmek, tanecik hızlandırıcılarla mümkün olmuştur. Bu yolla ilk defa, 1940 yılında neptünyum elementi sentezlendi. O zamandan beri 22 tane daha transuranyum elementi sentezlenmiştir. Bu elementlerin bütün izotopları radroaktiftir.



Atom Numarası	Adı	Simgesi	Oluşum Tepkimesi
93	Neptünyum	Np	${}^{238}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{239}_{93}Np + {}^{0}_{-1}\beta$
94	Plütonyum	Pu	${}^{239}_{93}Np \longrightarrow {}^{239}_{94}Pu + {}^{0}_{-1}\beta$
95	Amerikyum	Am	${}^{239}_{94}Pu + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{240}_{95}Am + {}^{0}_{-1}\beta$
96	Küriyum	Cm	${}^{239}_{94}Pu + {}^{4}_{2}\alpha \longrightarrow {}^{242}_{96}Cm + {}^{0}_{-1}n$
97	Belkelyum	Bk	${}^{241}_{95}Am + {}^{4}_{2}\alpha \longrightarrow {}^{243}_{97}Bk + 2\,{}^{0}_{1}n$
98	Kaliforniyum	Cf	${}^{242}_{96}Cm + {}^{4}_{2}\alpha \longrightarrow {}^{245}_{98}Cf + 2\,{}^{0}_{1}n$
99	Aynştaynyum	Es	${}^{238}_{92}U + 15\,{}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{253}_{99}Es + 7\,{}^{0}_{-1}\beta$
100	Fermiyum	Fm	${}^{238}_{92}U + 17\,{}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{255}_{100}Fm + 8\,{}^{0}_{-1}\beta$
101	Mendelevyum	Md	${}^{252}_{99}Es + {}^{4}_{2}\alpha \rightarrow {}^{256}_{101}Md + {}^{0}_{1}n$
102	Nobelyum	No	${}^{246}_{96}Cm + {}^{12}_{6}C \rightarrow {}^{254}_{102}No + 4\,{}^{0}_{1}n$
103	Lavrensiyum	Lr	${}^{252}_{98}Cf + {}^{10}_{5}B \rightarrow {}^{257}_{103}Lr + 4\,{}^{0}_{1}n$
104	Rutherfardiyum	Rf	${}^{249}_{98}Cf + {}^{12}_{6}C \rightarrow {}^{257}_{104}Rf + 4\,{}^{0}_{1}n$
105	Dubniyum	Db	${}^{249}_{98}Cf + {}^{15}_{7}N \rightarrow {}^{260}_{105}Db + 4\,{}^{0}_{1}n$
106	Seaborgiyum	Sg	${}^{249}_{98}Cf + {}^{18}_{8}O \rightarrow {}^{263}_{106}Sg + 4\,{}^{0}_{1}n$
107	Bohriyum	Bh	${}^{209}_{83}Bi + {}^{54}_{24}Cr \rightarrow {}^{262}_{107}Bh + {}^{0}_{1}n$
108	Hassiyum	Hs	${}^{208}_{82}Pb + {}^{58}_{26}Fe \rightarrow {}^{265}_{108}Hs + {}^{0}_{1}n$
109	Meitneryum	Mt	${}^{209}_{83}Bi + {}^{58}_{26}Fe \rightarrow {}^{266}_{109}Mt + {}^{0}_{1}n$

1. 
$^{14}_{7}N + \alpha \longrightarrow ^{17}_{8}O + X$

Yukarıda verilen çekirdek tepkimesi için;

I. X protondur.

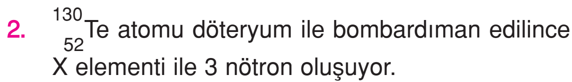
II. Kütle kaybı önemsizdir.

III. $^{14}_{7}N$ çekirdeği kararsızdır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

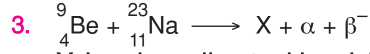
ÇÖZÜM

2. 
$^{130}_{52}Te$ atomu döteryum ile bombardıman edilince X elementi ile 3 nötron oluşuyor.

X elementinin nötron sayısı kaçtır?

A) 48 B) 51 C) 53 D) 76 E) 78

ÇÖZÜM

3. 
$^{9}_{4}Be + ^{23}_{11}Na \longrightarrow X + \alpha + \beta^{-}$

Yukarıda verilen tepkime için;

I. X'in nötron sayısı 14'tür.

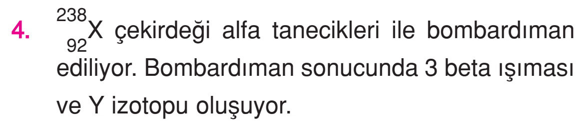
II. X elementi periyodik cetvelin 3. periyot 4A grubundadır.

III. Bir fisyon tepkimesidir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

4. 
$^{238}_{92}X$ çekirdeği alfa tanecikleri ile bombardıman ediliyor. Bombardıman sonucunda 3 beta ışıması ve Y izotopu oluşuyor.

Oluşan Y izotopunun nötron sayısı kaçtır?

A) 148 B) 145 C) 143 D) 141 E) 138

ÇÖZÜM

5. I. α, β^-, γ ışınlarını yayarlar.
II. Atom çekirdekleri kararsızdır.
III. Havayı iletkenleştirirler.
Radyoakitf elementler için yukarıdakilerden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

6. **Art arda 3 alfa, 3β ışımalarını yaparak $^{226}_{89}Y$ atomuna dönüşen X atomu aşağıdakilerden hangisidir?**

A) $^{238}_{92}X$ B) $^{226}_{86}X$ C) $^{226}_{92}X$ D) $^{238}_{86}X$ E) $^{240}_{90}X$

ÇÖZÜM

7. $^{17}_{8}X + ^{4}_{2}He \longrightarrow ^{19}_{9}Y + Z$
Yukarıda verilen radyoaktif tepkime için;
I. Yapay radyoaktif tepkimedir.
II. Z taneciği $^{1}_{1}H$ atomunun izotopudur.
III. Z_2O ve H_2O'nun mol kütleleri farklıdır.
yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

ESEN YAYINLARI

8. XYZ, XZL ve XLT_2 radyoaktif LY_2 ise radyoaktif değildir.
Buna göre;
I. Y'nin çekirdeği kararlıdır.
II. X ve Z radyoaktiftir.
III. XT_2 radyoaktif ışıma yapar.
ifadelerinden hangileri kesinlikle doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

9. I. $^{23}_{11}Na + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{24}_{11}Na + \gamma$

II. $^{40}_{19}K + ^{o}_{-1}e \longrightarrow ^{40}_{18}Ar + \gamma$

III. $^{35}_{17}Cl + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{32}_{15}P + ^{4}_{2}He$

Yukarıda verilen tepkimelerden hangileri doğal radyoaktif tepkime değildir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

10. **Nötr ve radyoaktif bir atomun çekirdeği bir nötron yakaladığında,**

I. Kütle numarası 1 artar.
II. İzotopuna dönüşür.
III. Çekirdek yükü 1 artar.

değişimlerinden hangileri doğru olur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

ÇÖZÜM

11. $^{238}_{92}X + \alpha \longrightarrow Y \longrightarrow ^{242}_{97}Z + ?$

Yukarıda verilen çekirdek tepkimesinde Y izotopu ve Y izotopunun oluşturduğu ışımalar aşağıdakilerden hangisidir?

A) $^{242}_{94}Y, 3\beta^-$ B) $^{242}_{94}Y, 2\beta^-$ C) $^{234}_{90}Y, 2\beta^-$
D) $^{234}_{90}Y, 1\beta^+$ E) $^{234}_{90}Y, 3\beta^+$

ÇÖZÜM

12. $^{232}_{90}X \longrightarrow Y + \alpha$

$Y \longrightarrow Z + 2\beta^-$

Yukarıda verilen tepkimelere göre,

I. X doğal radyoaktif izotoptur.
II. X ile Z'nin kimyasal özellikleri aynıdır.
III. Y ile Z izobar atomlardır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I,II ve III

ÇÖZÜM

13. I. $^{238}_{92}U \longrightarrow ^{234}_{90}Th + ^{4}_{2}He$

II. $^{14}_{7}N + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{14}_{6}C + ^{1}_{1}P$

III. $^{14}_{6}C \longrightarrow ^{14}_{7}N + ^{0}_{-1}e$

IV. $^{9}_{4}Be + ^{4}_{2}He \longrightarrow ^{12}_{6}C + ^{1}_{0}n$

Yukarıda verilen tepkimelerden hangileri yapay çekirdek tepkimesidir?

A) I ve IV B) II ve IV C) I ve III
D) I, II ve III E) II, III ve IV

ÇÖZÜM

14. $^{27}_{13}X + ^{4}_{2}He \longrightarrow ^{30}_{15}Y + ^{1}_{0}n$

$^{30}_{15}Y \longrightarrow ^{30}_{14}Z + ^{0}_{+1}e$

Yukarıda verilen çekirdek tepkimeleri için;

I. Y atomu yapay radyoaktif izotoptur.
II. Birinci tepkime yapay, ikinci tepkime ise doğaldır.
III. Birinci tepkimede kütle değişimi önemsizdir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

15. $^{13}_{6}C + ^{2}_{1}H \longrightarrow ^{14}_{7}N + X$

Yukarıda verilen çekirdek tepkimesi ile ilgili;

I. Proton sayısı korunmuştur.
II. Kütle ve enerjinin toplamı korunmuştur.
III. X nötrondur.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

16. $^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{90}_{38}Sr + ^{143}_{54}Xe + 3b + enerji$

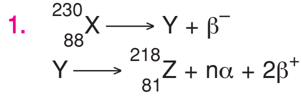
Yukarıda verilen çekirdek tepkimesi ile ilgili;

I. b taneciği elektrik alanından geçerken sapmaz.
II. Bir füzyon tepkimesidir.
III. Proton sayısı korunmuştur.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM



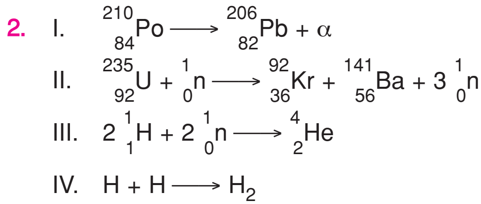
1. $^{230}_{88}X \longrightarrow Y + \beta^-$

$Y \longrightarrow {}^{218}_{81}Z + n\alpha + 2\beta^+$

Radyoaktif tepkimelerin denklemleri yukarıda verilmiştir. **Buna göre,**

a) Y'nin nötron sayısı kaçtır?

b) α'nın katsayısı kaçtır?



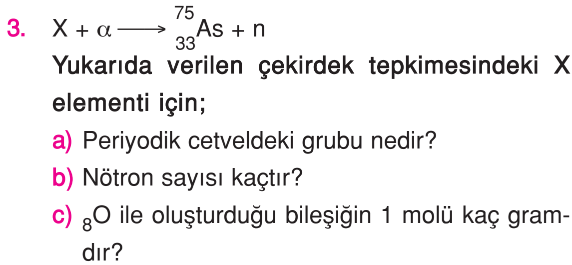
2. I. $^{210}_{84}Po \longrightarrow {}^{206}_{82}Pb + \alpha$

II. $^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{92}_{36}Kr + {}^{141}_{56}Ba + 3\,{}^{1}_{0}n$

III. $2\,{}^{1}_{1}H + 2\,{}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{4}_{2}He$

IV. $H + H \longrightarrow H_2$

Yukarıdaki tepkimelerden hangileri nükleer füzyon tepkimesidir?



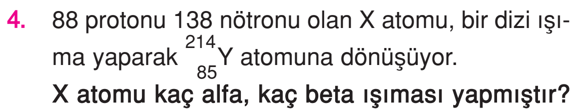
3. $X + \alpha \longrightarrow {}^{75}_{33}As + n$

Yukarıda verilen çekirdek tepkimesindeki X elementi için;

a) Periyodik cetveldeki grubu nedir?

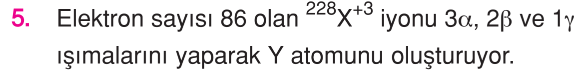
b) Nötron sayısı kaçtır?

c) $_{8}O$ ile oluşturduğu bileşiğin 1 molü kaç gramdır?



4. 88 protonu 138 nötronu olan X atomu, bir dizi ışıma yaparak $^{214}_{85}Y$ atomuna dönüşüyor.

X atomu kaç alfa, kaç beta ışıması yapmıştır?

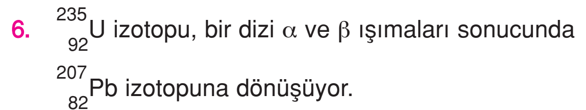


5. Elektron sayısı 86 olan $^{228}X^{+3}$ iyonu 3α, 2β ve 1γ ışımalarını yaparak Y atomunu oluşturuyor.

Buna göre,

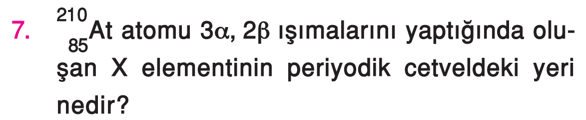
a) Y'nin periyodik cetveldeki grubu nedir?

b) Y'nin nötron sayısı kaçtır?

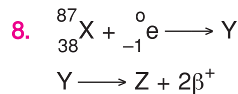


6. $^{235}_{92}U$ izotopu, bir dizi α ve β ışımaları sonucunda $^{207}_{82}Pb$ izotopuna dönüşüyor.

Bu sırada yayımlanan α ve β^- taneciklerinin toplam sayısı kaçtır?



7. **$^{210}_{85}At$ atomu 3α, 2β ışımalarını yaptığında oluşan X elementinin periyodik cetveldeki yeri nedir?**



8. $^{87}_{38}X + {}^{o}_{-1}e \longrightarrow Y$

$Y \longrightarrow Z + 2\beta^+$

Yukarıda verilen çekirdek tepkimelerinde oluşan Z'nin nötron sayısı kaçtır?

9. I. $^{19}_{9}F + e^- \longrightarrow {}^{19}_{9}F^{-1}$

II. $^{23}_{11}Na \longrightarrow {}^{23}_{11}Na^{+1} + e^-$

III. $^{27}_{13}Al + \alpha \longrightarrow {}^{30}_{15}P + {}^{1}_{0}n$

Yukarıda verilen tepkimelerden hangileri çekirdek tepkimesi değildir?

10. $^{11}_{5}X + \alpha \longrightarrow Y + n$

Yukarıda verilen çekirdek tepkimesinde oluşan Y elementinin oksijenle oluşturacağı bileşiğin formülü aşağıdakilerden hangisi olamaz? ($_8O$)

A) Y_2O B) YO C) Y_2O_3
D) Y_2O_4 E) YO_3

11. I. XY_2 bileşiği radyoaktif özellik göstermiyor.

II. XZL_3 bileşiği radyoaktif özellik gösteriyor.

Yukarıda verilen bilgilere göre, XZ_2, YL_2, YZ, Y_2 ve X_2L_3 maddelerinden hangileri kesinlikle radyoaktif özellik göstermez?

12. $^{232}_{91}Pa \longrightarrow X + \alpha$

$X \longrightarrow Y + 2\beta^-$

Yukarıda verilen tepkimeler ile ilgili;

I. X doğal radyoaktif bir elementtir.

II. Y'nin nötron sayısı 137'dir.

III. Pa ve Y birbirinin izotopudur.

yargılarından hangileri doğrudur?

13. $^{14}_{7}N + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{12}_{6}C + X$

Yukarıda verilen çekirdek tepkimesinde oluşan X için;

I. Nötron sayısı 2'dir.

II. Bir alkali metaldir.

III. He'nin izotopudur.

ifadelerinden hangileri doğrudur? ($^{4}_{2}He$)

14. **$^{235}_{92}X$ çekirdeği ard arda 4α, 3β ışımalarını yaptığında oluşan elementin proton ve nötron sayısı kaçtır?**

15. $^{235}_{92}X$ atomu 7α, $4\beta^-$ ışımalarını yaparak Y elementine dönüşüyor. **Y elementi için;**

I. Radyoaktif değildir.

II. Nötron sayısı 125'tir.

III. Periyodik cetvelin 4A grubundadır.

yargılarından hangileri doğrudur?

16. X periyodik cetvelin 3. periyot, 2A grubunda bulunan elementin izotopudur. X izotopu 3 alfa, 1 beta ışımalarını yaparak Y izotopunu oluşturuyor. **Oluşan Y'nin periyodik cetveldeki periyot ve grubu nedir?**

AKTİFLİK, RADYOAKTİF IŞINLAR VE SAĞLIK

1. AKTİFLİK VE YARILANMA SÜRESİ
2. RADYOAKTİF IŞINLAR VE SAĞLIK

Yeryüzünde her yerde var olan ve her gün maruz kaldığımız doğal radyosyona zemin radyosyonu denir. Zemin radyosyonu, insan sağlığı için zararlı dozun altındadır. Ancak, çok dozlarda ilave radyasyon alınca vücudun direnç ve savunma mekanizmalarının alt edilmesi tehlikesi doğar.

Ortamda radyasyon varsa, insan sağlığını izlemek için absorblanan doza veya doz eşdeğerine göre raporlar tutulur. Doz eşdeğeri, dokularda farklı türden ışınların toplam etkilerini dikkate alır.

3. BÖLÜM

AKTİFLİK, RADYOAKTİF IŞINLAR VE SAĞLIK

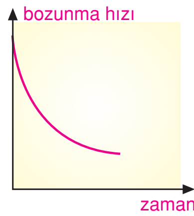
1. AKTİFLİK VE YARILANMA SÜRESİ

1. Bozunma Hızı

Radyoaktif bir elementin birim zamanda bozunmaya uğrayan atom sayısına **bozunma hızı** denir.

a) Bozunma hızı maddenin türüne bağlıdır. Maddenin türü olarak ifade edilen çekirdeğinin yapısıdır. Çekirdeğinin kararsızlığı fazla olan maddenin bozunma hızları yüksektir.

b) Bozunma hızı maddenin miktarına bağlıdır. Madde miktarı azaldıkça, birim zamanda bozunan atom sayısı da azalır. Radyoaktif bir maddenin bozunma hızı zamanla azalır. m gram radyoaktif bir maddenin bozunma hızı yukarıdaki grafik ile gösterilebilir.



c) Bozunma hızı radyoaktif elementin fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı değildir.

d) Bozunma hızı dış koşullardan etkilenmez. Sıcaklık ve basıncın bozunma hızına etkisi yoktur.

e) Radyoaktif bir elementin birim zamanda yaydığı ışıma miktarı, elementin cinsine, atom sayısına ve bozunma hızına bağlıdır.

f) Radyoakitf bozunma hızı çekirdek kararlılığının bir ölçüsüdür. Fakat karşılaştırmayı kolay yapabilmek için yarılanma süresi kullanılır.

2. Yarılanma Süresi (Yarı Ömür)

Farklı radyoaktif elementlerin çekirdek kararlılığını karşılaştırmak için **yarılanma süresi** kullanılır.

Radyoaktif bir elementin mevcut olan miktarının yarısının bozunması için geçen zamana **yarılanma süresi** denir.

a) Yarılanma süresi ne kadar kısa ise, elementin çekirdeği o kadar kararsızdır. Maddenin bozunma hızı o ölçüde yüksektir.

b) Yarılanma süresi maddenin türüne bağlıdır.

İzotop	Yarılanma süresi
$^{3}_{1}T$	12,3 yıl
$^{60}_{27}Co$	5,26 yıl
$^{226}_{88}Ra$	$1{,}6.10^{3}$ yıl
$^{14}_{6}C$	$5{,}73.10^{3}$ yıl
$^{15}_{6}C$	2,4 saniye
$^{40}_{19}K$	$1{,}26.10^{9}$ yıl
$^{90}_{38}S$	28,1 yıl
$^{131}_{53}I$	8,05 gün

c) Madde miktarının yarılanma süresine etkisi yoktur.

d) Basınç ve sıcaklık gibi dış koşullar yarılanma süresini etkilemez.

e) Yarılanma ile ilgili formül;

$$m = \frac{m_o}{2^n} \text{ dir.}$$

n = yarılanma sayısı

$$= \frac{t}{t_{1/2}}$$

t = geçen süre

$t_{1/2}$ = yarılanma süresi

m_o = başlangıçtaki madde miktarı

m = bozunmadan kalan madde miktarı

ÖRNEK

Yarılanma ömrü 2 yıl olan radyoaktif maddenin 20 gramından 8 yıl sonra kaç gramı bozunmuş olur?

A) 1,25 B) 5 C) 12,5 D) 17,5 E) 18,75

ÇÖZÜM

ÖRNEK

32 gramlık bir radyoaktif maddenin 128 dakika içerisinde 30 gramı bozunduğuna göre bu maddenin yarılanma süresi kaç dakikadır?

A) 14 B) 21 C) 28 D) 32 E) 42

ÇÖZÜM

ÖRNEK

Yarılanma süresi 3 yıl olan bir maddenin kütlesi 9. yılın sonu ile 15. yılın sonu arasında 21 g azaldığına göre, bu maddenin başlangıç kütlesi kaç gramdır?

A) 28 B) 56 C) 112 D) 224 E) 448

ÇÖZÜM

ÖRNEK

Radyoaktif X elementinin yarılanma süresi 24 yıl, radyoaktif Y elementinin yarılanma süresi ise 60 yıldır. X ve Y'nin oluşturduğu bir karışımda elementlerin kütleleri eşittir.

120 gün sonra kalan karışımda $\frac{m_X}{m_Y}$ kütle oranı kaç olur?

A) 1 B) 1/2 C) 1/4 D) 1/6 E) 1/8

ÇÖZÜM

2. RADYOAKTİF IŞINLAR VE SAĞLIK

Nükleer radyasyon bazen iyonlaştırıcı radyasyon olarak da adlandırılır. Çünkü bu ışınlar, atomlardan elektron çıkaracak kadar yüksek enerjilidir. Maddelerle etkileşen α, β ve γ ışınları arasında önemli farklılıklar bulunmakla birlikte, ortak özellikleri atomlardan elektron çıkarmaları ve böylece atomları iyonlara dönüştürmeleridir. Bu ışınların iyonlaştırma gücü, maddenin 1 cm^2 lik bir kısmında oluşturdukları iyon çiftleri sayısı ile ölçülür. İyon çifti, iyonlaşan elektron ve geriye kalan pozitif iyondur. İyonlaştırma gücü en fazla olan alfa tanecikleri, sonra beta tanecikleri ve gama ışınlarıdır.

Madde ile ışınlar arasındaki etkileşimlerin hep iyon çiftleri oluşturmayabilir. Elektronun daha yüksek enerji katmanına çıkmasını sağlayabilir. Elektronlar normal enerji düzeylerine geri dönerken madde dışarıya ışık yayar. Üç temel ışının maddeye girginlik özellikleri farklıdır. En az girgin olan α ışıması olup kağıttan geçemez. Çok yüklü α parçacıkları maddeyle çok kuvvetli etkileşir, madde tarafından yavaşlatılır, çevredeki maddelerden elektron yakalar ve kısa zamanda helyum atomlarına dönüşürler. α parçacıkları maddeye çok nüfuz etmez; ama çok zarar verirler. Çünkü maddeye çarpma anındaki enerjileri, molekülden atomları uzaklaştırır ve kristaldeki iyonların yerlerini değiştirir. α tanecikleri doku içine girerse, şiddetle zarar verir ve ciddi hastalıklara hatta ölümlere sebep olabilir. DNA veya onun protein sentez mesajını yorumlayan enzim zarar görürse, sonuçta kanser meydana gelebilir. α ışıması solunum veya sindirim yoluyla alınırsa vücudumuzda ciddi tahribat oluşturabilir.

Işımanın artan nüfuz gücü bakımından, α ışınlarından sonra β^- ışınları gelir. Bu ışınları oluşturan hızlı elektronlar, moleküllerin elektron ve çekirdekleriyle elektrostatik etkileşmeye girerek durduruncaya kadar yüzeyden 1 cm içeriye kadar nüfuz edebilirler.

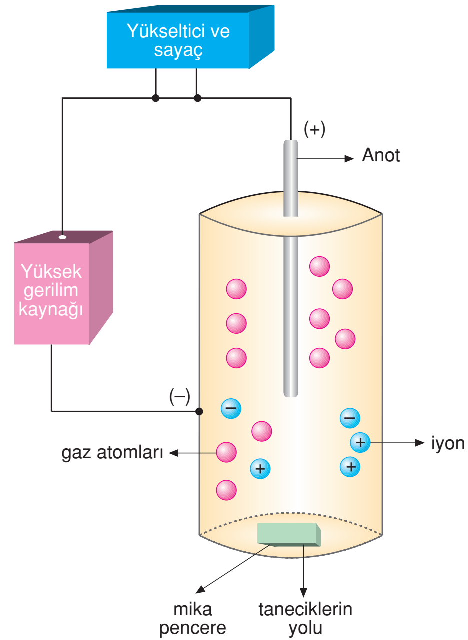
En girişken radyasyon tipi ise γ ışınlarıdır. Yüksüz ve yüksek enerjili γ ışını fatonları vücuttan, camdan, kapıdan, duvardan geçebilir ve çarptığı molekülleri iyonlaştırarak canlı dokuya zarar verebilir. Bu şekilde g ışınları etkisi ile iyonlaşan protein ve DNA molekülleri, artık işlevlerini yapamazlar ve sonuçta, radyasyon hastalığı ve kanser ortaya çıkabilir.

Işıma	Bağıl girginlik gücü	Perdeleme malzemesi
α	1	kağıt, deri
β	100	3 mm alüminyum
γ	10000	beton, kurşun

Radyoaktifliğin Ölçülmesi

Radyoaktiflik iyonlaştırma etkisiyle ölçülür. Işınların madde ile iletişimi, ışının saptanması ve yoğunluğunun ölçülmesini sağlar. Henri Becquerel radyoaktifliği keşfeden fotoğraf film gibi basit bir dedektörden yararlanmıştır.

İyonlaştırıcı ışınların saptanmasında ve ölçülmesinde en çok kullanılan cihaz Geiger – Müller sayasıdır. Geiger Müller sayacı silindirik bir katot ve katodun ekseni boyunca yerleştirilmiş bir tel anottan ibarettir.



Anot ve katot gaz dolu bir cam tüpün içerisine yerleştirilmiştir. Tüpten geçen iyonlar birinci iyonları oluşturur, bunlar ikinci iyonlar takip eder. Pozitif iyonlar katot, negatif elektronlar ise anot tarafından çekilirler ve elektrik akımını meydana getirirler. Elektrik akımındaki pulslar sayılır.

Dedektörler, nükleer ışınımları elektriksel pulslara dönüştürülmesini sağlarlar. Pratikte dedektör sistemleri iki gruba ayrılır.

* Oldukça geniş bir spektrumu olan dedeksiyon sistemleri; orantılı sayaçlar, iyonizasyon odaları ve fotoğraf filmleri gibi; bunlar tüm radyasyon türlerini ölçebilir.

* Sintilasyon dedektörleri, iz kazıma dedektörleri gibi, yalnız spesifik bir radyosyona karşı duyarlı olan dedeksiyon sistemleri.

Dedeksiyon sisteminde bazı cihazlar tanecik sayımı için, bazıları ise kümulatif doz ölçümü için kullanılır.

Biyolojik çalışmalarda yaygın şekilde kullanılan dedektör **similasyon sayacı**dır. Bu cihaz iyonlaştırma oluşturmayacak kadar az enerjili ışımayı belirlemek yararlıdır.

Ölçümlerde Kullanılan Birimler

Kozmik ışınlar, morötesi ışık ve kayaçlardaki uranyum gibi elementlerin yaydıkları radyoaktif ışınlar gibi temel iyonlaştırıcı doğal ışınlar yaşamı engellemez. Bu ışınların düzeyi yeryüzünün çeşitli yerlerinde farklı dozdadır. Ancak son zamanlarda insan eliyle oluşturulan radyoaktif ışınlar temel halden çok daha fazla yoğunluktadır ve yaşamı etkilemektedir.

Işınların canlılar üzerindeki etkisi ile diğer maddeler üzerindeki etkisi arasında fark yoktur. Canlı üzerine yüksek dozda iyonlaştırıcı ışın etkisi hakkında hiç kuşku yoktur. Organizma ölür. Düşük dozların bile sakat doğumlara, lösemiye, kemik kanserine ve başka kanser türlerine neden olduğu bilinmektedir.

Bir maddenin maruz kaldığı ışın miktarını belirtmede kullanılan birimlerden birisi **rad** dır. Bir rad 1 kg madde başına 1.10–2 j enerji depolayan ışın dozudur. Canlılarda bir radlık dozda ışın absorpsiyonun etkisi değişebilir özelliktedir. Bunun için Rem geliştirilmiştir. Rem, radın bağıl biyolojik etkinlik (Q) ile çarpımı sonucunda bulunan değerdir. Q, farklı türde eşit dozlu ışınmanın farklı etkiler yapabileceğini dikkate alır.

1000 rem lik bir ışının kısa bir süre etkimesi, etkilediği nüfusunun %100 nü öldürür. 450 rem ise olası ki 30 günde %50 ölüme neden olur.

Radyoaktif bozunma birimleri;

Becquerel (Bq) : 1 saniyedeki parçalanmadır.

Curie (Ci): 1 g radyumla aynı hızda bozunan radyoaktif madde miktarı ($3{,}7.10^{10}$ parçalanma/s)

Absorplanan doz birimleri;

Gray (Gy) : Bir gray bir kg maddeye 1 Jul enerji depolayan ışın dozu.

Rad : 0,01 Gy

Eşdeğer doz:

Sievert (Sv): 1 Sv: 100 rem

Rem : 1 rad. Q

Q (kalite faktörü) : x ışınları, γ ve β– parçacıkları için 1; yavaş nötronlar için 3; protonlar ve hızlı nötronlar için 10; a tanecikleri için 20 dir.

Yazılanların tümünü bir araya getirmek gerekirse aşağıdaki sonuç ortaya çıkar.

* Radyosyona maruz kalmış bir dokunun, absorpladığı ışınlardan depolanan enerjiye doz denir. Absorplanmış doz olarak da adlandırılır. Birimi **Rad** dir. Rad, “radyasyonla absorplanmış doz” ın kısaltılmasıdır.

* Canlı doku üzerindeki belli dozda bir radyosyonun yol açacağı zararı değerlendirirken doz değerini bağıl biyolojik etkinlik (Q) faktörü ile çarpmak gerekir. Elde edilen değere doz eşdeğeri denir. **Doz eşdeğerinin** birimi **Rem** dir.

ÖRNEK

Gaiger sayacının 200 cm uzağındaki m gram radyoaktif madde, dakikada 16 sayım veriyor.

Aynı radyoaktif maddenin m gramı, sayaca aynı konumda 100 cm uzakta olduğunda, dakikada kaç sayım verir?

A) 4 B) 6 C) 32 D) 64 E) 128

ÇÖZÜM

RADYOAKTİF MADDELERİN KULLANIM ALANLARI

1. ENERJİ ÜRETİMİ
2. SAĞLIK VE GÖRÜNTÜLEME
3. SANAYİ VE TARIM
4. KİMYA VE YAPI TAYİNİ
5. CİSİMLERİN YAŞINI BELİRLEME

Nükleer enerji başlıca, kanserli hastaları tedavi etme amacıyla, vücudun iç organlarını görüntülümede, kimyasal tepkimelerin mekanizmalarını araştırmada, arkeolojik nesnelerin yaşını bulmada ve bir çok ülkenin askeri savunma stratejilerinde kullanılır.

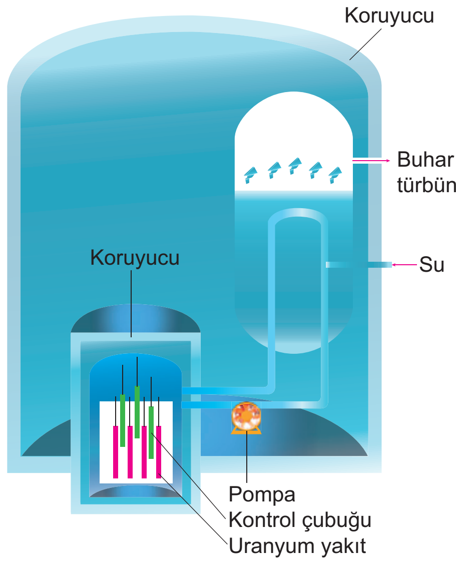
Nükleer tepkimelerin enerji üretiminde yaygın kullanılması, dünya elektriğinin önemli bir kısmını karşılamak için kaynak oluşturmaktadır.

4. BÖLÜM

RADYOAKTİF MADDELERİN KULLANIM ALANLARI

1) ENERJİ ÜRETİMİ

Bölünme olayında çıkan nötronlar diğer atomlara çarparak onlarında zincirleme bölünmesine sebep olmatadır. Bu olayda büyük bir enerji ani olarak açığa çıkmaktadır. Çıkan nötronlardan bir kısmını ortamdan çekerek bölünme tepkimesini yavaşlatmak ve hızını kontrol etmek için nükleer reaktörler kurulmuştur.



Bu düşünceyle nötronları tutabilme özelliğinde maddeler kullanılarak reaktörlerde bölünme tepkimeleri kontrollü hale getirilmiştir.

Bölünme işlemi kadmiyum ya da bor çubukları ile kontrol altına alınır. Elde edilen ısı, bir ısı değiştirici sistem yoluyla elektrik enerjisi elde etmek için buhar üretme amacıyla kullanılır.

Böylece bu büyük enerjinin yıkıma değil de insanlığın hizmetine yararlı olma amacıyla kullanılması mümkün olmuştur.

2) SAĞLIK VE GÖRÜNTÜLEME

Düşük dozdaki iyonlaştırıcı ışınlar kansere neden olabilir. Fakat bu aynı ışınlar örneğin γ ışınları kanser tedavisinde de kullanılabilirler. İyonlaştırıcı ışınlar hücreleri tahrip edersede, kanserli hücreler sağlam olanlardan daha kolay tahrip edilebilir. Bu nedenle, dikkatlice yönlendirilmiş γ ışınları ve yüksek enerjili X-ışınları uygun dozda verildiğinde, kanserli hücrelerin büyümesini durdurabilir. Son zamanlarda bazen kanser türlerinin tedavisi için proton ya da nötron demetleri de kullanılmaya başlanmıştır.

İzleyiciler aynı zamanda tıpta tanı için de kullanılırlar. Bir tuz çözeltisi halinde kan dolaşımına enjekte edilen sodyum-24 kanın akışını izlemek, dolaşımdaki olası daralma ya da tıkanıklıkları belirtmek için kullanılabilir. İyot-131 tiroit aktivitesini belirlemek için kullanılmaktadır. Tiroit bozukluğu hastaya belirli miktarda NaI (^{131}I içeren) çözeltisi verilerek tespit edilir. İyot-123 izotopu beyni görüntülemede kullanılır.

3) SANAYİ VE TARIM

Genel olarak elementlerin izotoplarının fiziksel ve kimyasal özellikleri aynıdır. Bazı fiziksel özellikleri ve radyoaktif iseler radyoaktif özellikleri farklıdır. İzotoplardan biri radyoaktif ise bu izotopun davranışları ışın dedektörleri tarafından izlenebilir. Radyoaktif izleyicilerin kullanılmasında esas kural budur. Örneğin bitki besin maddesine az miktarda ^{32}P ilave edilirse, fosforun bitki tarafından kullanılması bu radyoaktif fosfor yardımıyla izlenebilir.

Endüstride izleyici element uygulamalarına sık sık rastlanır. Kimya tesislerinde katalizörün durumu katalizöre radyoaktif iz element eklenerek izlenebilir. Böylece katalizörün tesiste hangi yere hangi hızla taşındığı saptanır.

Petrol şirketleri boru hatlarına yarı-ömrü kısa olan radyoaktif izleyiciler pompalar. Boru hattı boyunca uygun aralıklarla radyosyon dedektörleri yerleştirip radyoaktif izotopun hangi hızda hareket ettiğini bulurlar. Radyoaktif azot, fosfor ve potasyumla etiketlenen gübreler bitki büyümelerinin mekanizmalarını izlemede ve bu elementlerin çevreye dağılmalarını izlemede kullanılır.

Radyoaktif çekirdekler endüstride de önemli kullanım alanları vardır. Çeliğe katılan Kabon-14, çelik parçasının aşınıp aşınmadığını kontrol etmede, plastiğe katılan karbon-14 ise, homojenliği kontrol etmede kullanılır.

4) KİMYA VE YAPI TAYİNİ

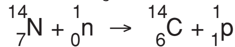
Kimyacılar tepkime mekanizmalarını aydınlatmada izleyici izotoplar kullanırlar. Örneğin, şeker numunesi, karbon-14 ile etiketlenebilir. Yani, şekerdeki C-12 atomlarının bir kısmı ışıma sayaçları ile belirlenebilen C-14 atomlarıyla etiketlenir. Böylece, şeker moleküllerinin vücuttaki değişim işlemleri izlenebilir. Yiyecekleri sterilize etmede, patatesi bozulmadan, kokuşmadan korumada radyasyon kullanılır. Radyasyon, yiyecekleri bozan bakterileri öldürür, fakat zararlı maddeler oluşturmaz.

Bir kimyasal bileşiğin yapısı çoğu zaman deneylerde radyoaktif iz elementleri kullanılarak aydınlatılabilir.

Analitik kimyada analiz etmede ve miktar belirlemede radyoaktif iz elementleri kullanılmaktadır.

5) CİSİMLERİN YAŞINI BELİRLEME

Karbon-14 izotopu, atmosferdeki azot çekirdeğinin nötronla etkileşmesi sonucu meydana gelir.



$$^{14}_{7}N + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{14}_{6}C + ^{1}_{1}p$$

Nötronlar kozmik ışınların diğer çekirdeklerle çarpışması sonucu meydana gelir. Atmosferde meydana gelen karbon-14, canlı organizmalara, CO_2 halinde, fotosentez ve sindirim yoluyla girer. Çekirdek hem sabit bir hızla bozunduğu için, normal sindirim ve solunum yoluyla organizmadan ayrılır. Sonuç olarak tüm canlılarda, çok daha bol bulunan karbon-12 ile radyoaktif karbon arasında sabit bir oran vardır. Bu oran yaklaşık $\frac{1}{10^{12}}$ dir. Canlı öldüğünde, çevresi ile doku arasında karbon alışverişi biter.

Organizma içerisindeki karbon-14 ün çekirdeği sabit bir yarı ömürle bölünmeye devam eder. Bu nedenle karbon-14 ün karbon-12 ye oranı ölümden sonra azalır ve bir ölü doku numunesindeki oran, ölümden sonra geçen süreyi bulmada kullanılabilir.

Çok yaşlı maddelerin, örneğin kayaların yaşını tayinde yarı ömrü uzun olan çekirdekler gerekir.

Uranyum-238 ($t_{1/2}$ = 4,5.10^9 yıl) ve potasyum-40 ($t_{1/2}$ = 1,26.10^9 yıl) yaşlı kayaların yaşının tayininde kullanılır. Uranyum-238, seri halde birbirini izleyen α ve β parçacıkları yayarak kurşun-206 ya bozunur. Uranyum içeren bir kayanın yaşını tayin etmek için ^{238}U in ^{206}Pb ya oranı ölçülmelidir. Potasyum-40, elektron yakalayarak argon-40 oluşturmak üzere bozunur. Kaya önce vakuma konur sonra da iyice ezilir. Uzaklaşan argon gazını ölçmek için kütle spektrometresi kullanılır. Sonuç olarak, radyoaktif izotoplar, cisimlerin yaşlarını belirlemede kullanılır.

1. $X \longrightarrow Y + 2\alpha$

X elementinin bozunma denklemi yukarıda verilmiştir. X'in yarılanma süresi 4 yıldır.

17,28 g X'ten 8 yıl sonra 0,06 mol Y oluştuğuna göre Y'nin atom kütlesi nedir?

A) 204 B) 206 C) 208 D) 212 E) 216

ÇÖZÜM

2. Radyoaktif bir maddenin 12 gün sonunda 32 gramının 31 gramı bozunmuş olmaktadır.

Buna göre, bu maddenin yarı ömrü kaç saattir?

A) 2,4 B) 4,8 C) 24 D) 28,8 E) 57,6

ÇÖZÜM

3. Yarılanma süresi 4 gün olan radyoaktif bir maddenin bir miktarından 20 gün sonra 1,6 g kalmaktadır.

Buna göre, radyoaktif maddenin başlangıçtaki kütlesi kaç gramdır?

A) 12,8 B) 25,6 C) 38,4 D) 51,2 E) 102,4

ÇÖZÜM

4. Bir maddenin yarılanma süresi n yıldır.

2n. ve 4n. yıllar arasında kütlesinden 12 gram azaldığına göre, başlangıçtaki miktarı kaç gramdır?

A) 24 B) 48 C) 64 D) 128 E) 256

ÇÖZÜM

5. • X'in yarılanma süresi 18 gündür.
• Y'nin yarılanma süresi bilinmiyor.

X ve Y maddelerinden 80'er gram alınıyor. Belirli bir süre sonra X'ten 5 g, Y'den 1,25 g kalıyor.
Y elementinin yarılanma süresi kaç gündür?

A) 12 B) 9 C) 8 D) 6 E) 3

ÇÖZÜM

6. X ve Y radyoaktif elementlerin yarılanma süreleri sırasıyla 4 gün ve 5 gündür.

Eşit miktarda X ve Y içeren bir karışımdan 20 gün sonra geride kalan karışımda $\frac{m_X}{m_Y}$ kütle oranları ne olur?

A) $\frac{1}{7}$ B) $\frac{1}{6}$ C) $\frac{1}{4}$ D) $\frac{1}{2}$ E) 1

ÇÖZÜM

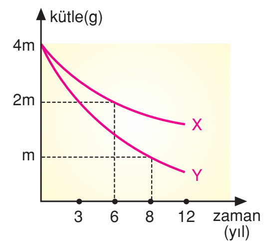
7. Radyoaktif bir maddenin 1. yarılanma süresi ve 4. yarılanma süresi sonunda kütle farkı 28 gramdır.

Buna göre, bu maddenin başlangıç miktarı kaç gramdır?

A) 28 B) 56 C) 64 D) 96 E) 112

ÇÖZÜM

8. Radyoaktif X ve Y elementlerinin kütle-zaman değişimleri yanda veriliyor.



Buna göre,

I. Y'nin yarılanma süresi 8 yıldır.
II. X'in çekirdeği Y'ninkinden daha kararlıdır.
III. X ve Y aynı elementin izotop atomları olabilir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

ÇÖZÜM

9. 

$^{m}X \longrightarrow Y + 2\alpha$

Radyoaktif X elementinin bozunma denklemi yukarıdaki gibidir. X'in yarılanma süresi 2 yıldır.

0,8 mol X'ten 6 yıl sonra kaç gram Y elde edilmiş olur?

A) $\frac{1}{10}(m - 8)$ B) $\frac{3}{10}(m - 4)$ C) $\frac{7}{2}(m - 8)$

D) $\frac{7}{10}(m - 8)$ E) $\frac{7}{10}(m - 4)$

ÇÖZÜM

10. Radyoaktif bir maddenin 2 gramı, 21 günde 0,25 grama iniyor.

Radyoaktif maddenin yarılanma süresi kaç gündür?

A) 3 B) 4 C) 7 D) 9 E) 10,5

ÇÖZÜM

11. Radyoaktif bir maddenin %50 si 30 günde bozunuyor.

Radyoaktif maddenin %93,75 inin bozunması için kaç gün geçmelidir?

A) 15 B) 45 C) 60 D) 90 E) 120

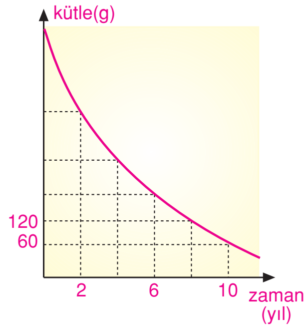
ÇÖZÜM

1. 0,2 mol radyoaktif X elementi 1,5 gün içerisinde,
$X \longrightarrow {}^{208}Y + 2\,{}^{4}_{2}He$
tepkimesine göre bozunarak 0,3 mol He oluşturmaktadır. **Buna göre;**
a) X'in yarı ömrü kaç saattir?
b) Kaç g Y oluşmuştur?

2. Yarılanma süresi 6 yıl olan radyoaktif bir maddeden 24 yıl sonra 16 gram kalıyor. Bu maddenin 12. ve t. yıllar arasındaki kütle azalması 60 gram oluyor. **Buna göre t kaçtır?**

3. Radyoaktif bir maddenin 40 gramından 2,5 gram kalıncaya kadar 1 gün geçiyor. **Buna göre, bu radyoaktif maddenin % 87,5'unun bozunması için geçen süre kaç saat olur?**

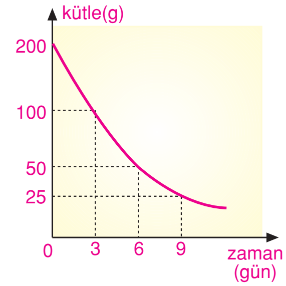
4. Radyoaktif bir elementin kütle-zaman değişimi yandaki grafikte veriliyor.
Bu radyoaktif elementin 128 gramından 20 yıl sonra kaç gramı bozunmadan kalır?



5. Radyoaktif bir elementin yarılanma süresi 4 yıldır. **24 yıl sonunda elementin 1,25 gram kalabilmesi için başlangıçta kaç gram alınmalıdır?**

6. X radyoaktif elementinin m gramının 3. yarılanma sonucunda toplam 77 gramı bozunuyor.
Buna göre,
a) Başlangıçtaki kütlesi (m) kaç gramdır?
b) Kütlece yüzde kaçı bozunmuştur?

7. Radyoaktif bir elementin kütle-zaman grafiği yanda veriliyor. **Buna göre, 100 g elementten 15 gün sonra kaç gramı bozunmuş olur?**



8. Yarılanma süresi 1 yıl olan radyoaktif X maddesinin bozunma denklemi;
$X \longrightarrow Y + \beta^{-}$ dir.
Buna göre,
I. 20 g X'in 36 ay sonunda % 12,5'u bozunmadan kalır.
II. X ve Y'nin yarı ömürleri farklıdır.
III. 80 gram X'ten 42 ay sonra 72,5 gram Y oluşur.
yargılarından hangileri doğrudur?

9. Radyoaktif X elementinin yarılanma süresi 3,5 yıldır.
14 yıl sonra geriye $3{,}01.10^{23}$ X atomu kaldığına göre, başlangıçtaki X elementinin kütlesi kaç gramdır?
(Avagadro sayısı=$6{,}02.10^{23}$, X = 210 g)

10. $^{210}X_{(k)} \longrightarrow {}^{202}Y_{(k)} + 2\alpha$
Yarı ömrü 32 gün olan X elementi 0°C ve 560 ml'lik bir kaba konulduğunda 64 gün sonra kaptaki basınç 4 atm ölçüldüğüne göre başlangıçta kaba konan X elementi kaç gramdır?

11. Radyoaktif X çekirdeğinin 60 gramı,
$X \longrightarrow Y + \alpha + 2\beta^-$
tepkimesine göre 80 yıl sonunda bozunarak 0,25 mol Y izotopu oluşturmaktadır.
X'in yarılanma süresi 20 yıl olduğuna göre, X'in atom kütlesi kaçtır?

12. Radyoaktif bir elementin yarı ömrü 12 dakikadır.
Bu elementten saat 11:12'de alınan 240 gram örnekten saat 12:00'da kaç gram bozunmadan kalır?

13. X izotopu 4α, 5β ışımalarını yaptıktan sonra $^{208}_{82}Y$ elementine dönüşüyor.
X'in atom ve kütle numarası kaçtır?

14. X elementi ard arda bir dizi α, β ışımalarını yaptığında proton sayısı 6, nötron sayısı 10 azalıyor.
Kaç tane α ve kaç tane β ışımalarını yapmıştır?

15. $^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{90}_{38}Sr + X + 2\,{}^{1}_{0}n$
Yapay çekirdek tepkimesi yukarıda verilmiştir.
Tepkimedeki X elementi için;
a) Nötron sayısı kaçtır?
b) Periyodik cetveldeki periyot ve grubu nedir?

16. $X \longrightarrow Y + \alpha$
Radyoaktif tepkimesi sırasında 0,209 gram kütle kaybı oluyor.
Buna göre, tepkimeye eşlik eden enerji kaç kkal'dir? (1 kal = 4,18 joule)

1. X elementi 3α, 2β ışımalarını yaptıktan sonra $^{208}_{82}Y$ elementine dönüşüyor.
X elementinin nötron sayısı kaçtır?

A) 86 B) 124 C) 126 D) 134 E) 136

ÇÖZÜM

2. $X \longrightarrow Y + 2\alpha$
$Y \longrightarrow Z + 4\beta^{-}$
Yukarıda verilen radyoaktif bozunma tepkimelerinde gösterilen Z'nin nötron sayısı 124 olduğuna göre X'in nötron sayısı kaçtır?

A) 146 B) 140 C) 132 D) 128 E) 126

ÇÖZÜM

3. Radyoaktif X elementi 2α, 2β ışımalarını yaparak $^{208}_{83}Y$ elementine dönüşüyor.
Buna göre,
I. X elementi bir soygazdır.
II. HX'in sulu çözeltisi hem asit hem de radyoaktif özellik gösterir.
III. X'in nötron sayısı 127'dir.
yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

4. **Radyoaktif X atomu bir beta ışıması yaparsa;**
I. İzobar atomu oluşur.
II. Nötron sayısı 1 azalır.
III. $\frac{n}{p}$ oranı artar.
yargılarından hangileri doğru olur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

5. $^{27}_{13}X + n \longrightarrow Y + \alpha$

Yukarıda verilen çekirdek tepkimesi ile ilgili;

I. Proton sayısı korunmuştur.

II. X elementi radyoaktiftir.

III. Y elementi alkali metaldir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

ÇÖZÜM

Cevap D

6. $^{2}_{1}H + X \longrightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n$

Yukarıda verilen tepkime ile ilgili;

I. Füzyon (kaynaşma) tepkimesidir.

II. X, hidrojenin ($^{1}_{1}H$) izotopudur.

III. X ile $^{2}_{1}H$'nin radyoaktif özellikleri aynıdır.

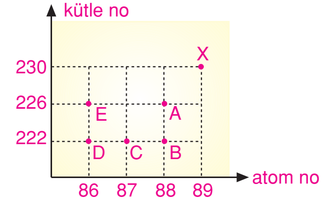
yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

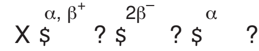
D) I ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

7.



Tablodaki X elementi bir seri ışıma yapmaktadır. Bu ışımaları gösteren tepkimeler aşağıda verilmiştir.



Buna göre sırasıyla soru işareti ile belirtilen yerlere grafikteki elementlerden hangileri gelir?

A) E, A, D B) E, A, C C) D, C, B

D) A, E, C E) B, E, C

ÇÖZÜM

8. $^{14}_{7}N + X \longrightarrow ^{17}_{8}O + ^{1}_{1}H$

Yukarıda verilen çekirdek tepkimesi için;

I. Azot çekirdeği α bombardımanına uğramıştır.

II. Kütle korunmuştur.

III. O atomu bir radyoizotoptur.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

ÇÖZÜM

9. Radyoaktif X atomu iki beta, bir alfa ışımalarını yaparak Y atomuna dönüşmektedir.
X ve Y atomları ile ilgili;
I. X ve Y aynı elementin izotop atomlarıdır.
II. X'in nükleon sayısı Y'ninkinden 4 fazladır.
III. Y atomu radyoaktiftir.
yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

10. XZ ve YT bileşikleri radyoaktiftir. LT ve XM bileşikleri radyoaktif değildir. **Buna göre,**
I. MT
II. ZM
III. YZ
IV. XL
bileşiklerinden hangileri radyoaktiftir?
A) Yalnız III B) I ve II C) II ve IV
D) II ve III E) I ve IV

ÇÖZÜM

11. I. ${}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{1}_{1}p + {}^{o}_{-1}e$
II. ${}^{1}_{1}p \longrightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{o}_{+1}e$
III. ${}^{1}_{1}p + {}^{o}_{-1}e \longrightarrow {}^{1}_{0}n$
Radyoaktif atom çekirdekleri kararlı hale gelebilmek için yukarıdaki ışımalardan hangilerini yaptığında kütle numarası değişmez?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

ÇÖZÜM

12. $^{232}_{90}X$ **elementinin 3α, 2β ışımaları yapması sonucu oluşan atomun izotopu aşağıdakilerden hangisidir?**

A) $^{220}_{86}Y$ B) $^{221}_{88}Y$ C) $^{222}_{86}Y$ D) $^{233}_{90}Y$ E) $^{220}_{88}Y$

ÇÖZÜM

13. Yarı ömrü 5 yıl olan radyoaktif bir maddenin 10. yıl ile 20. yıl arasındaki tartım farkı 27 gramdır.

Buna göre, maddenin başlangıç miktarı kaç gramdır?

A) 36 B) 58 C) 72 D) 96 E) 144

ÇÖZÜM

14. Radyoaktif X elementinin 72 gramı, radyoaktif bozunma sonucu 18 yıl sonra 9 grama düşüyor. **Bu elementin kütlesinin 1,125 grama düşmesi için kaç yıl daha geçmesi gerekir?**

A) 6 B) 12 C) 18 D) 24 E) 30

ÇÖZÜM

15. $^{214}X \longrightarrow {}^{214}Y + \beta^-$

radyoaktif tepkime sırasında 0,0836 mg kütle kaybı oluyor.

Buna göre, tepkime sonunda açığa çıkan enerji kaç kkal'dir? (1 kal = 4,18 joule)

A) 9.10^5 B) 18.10^5 C) $37,62.10^8$
D) 18.10^8 E) $75,24.10^8$

ÇÖZÜM

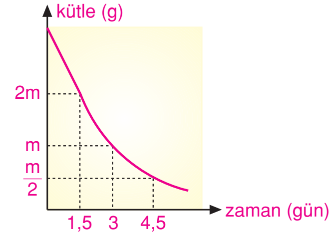
1. Kapalı bir kaba 0,8 mol radyoaktif X elementi konuyor. 1 gün içerisinde;
$X \longrightarrow Y + 2\, ^{4}_{2}He$
bozunması sonucu 5,6 gram helyum gazı oluşmaktadır. **X'in yarılanma süresi kaç saattir?**

2. **Alfa ışıması yapan radyoaktif X atomu ile ilgili;**
I. Nötron sayısı 2 azalır.
II. Proton sayısı 2 azalır.
III. Kimyasal özellikleri değişmez.
yargılarından hangileri doğrudur?

3. **Yarılanma süresi 4 yıl olan radyoaktif bir elementin 6.10^{23} atomundan, 16 yıl sonra kaç tanesi bozunmadan kalır?**

4. $^{214}_{85}X$ atomu, $n\alpha$, $n\beta^{-}$ ışımalarını yaptığında Y atomu oluşuyor.
Y'nin nötron sayısı 120 olduğuna göre,
a) Hangi ışımaları yapmıştır?
b) Y'nin atom numarası kaçtır?

5. I. $^{14}_{7}N + ^{2}_{1}H \longrightarrow ^{12}_{6}C + ^{4}_{2}He$
II. $^{28}_{13}Al \longrightarrow ^{28}_{14}Si + ^{0}_{-1}e$
III. $^{55}_{26}Fe + ^{0}_{-1}e \longrightarrow ^{55}_{25}Mn$
Yukarıda verilen tepkimeler için,
a) Hangileri doğal radyoaktif tepkimedir?
b) Hangilerinde kütle korunmaz?

6.


Radyoaktif X elementinin kütle-zaman değişimi yukarıdaki grafikte veriliyor. **X'in 3. ve 6. günler arasında tartım farkı 15 gram olduğuna göre,**
a) X'in yarılanma süresi kaç saattir?
b) X'in başlangıç kütlesi kaç gramdır?

7. Y elementi radyoaktiftir.
Eşit kütlede Y, YO_2 ve Na_2YO_3 maddeleri için,
a) Bozunma hızlarına göre, küçükten büyüğe doğru sıralanışı nedir?
b) Y'nin yarılanma süreleri arasındaki ilişki nedir?

8. $X \longrightarrow Y + \alpha + 2\beta^-$
$Y \longrightarrow Z + \beta^+$
$Z + {}^{0}_{-1}e \longrightarrow T$
Yukarıda verilen doğal radyoaktif bozunma tepkimelerindeki X, Y, Z ve T elementleri için;
a) Hangileri izotoptur?
b) Hangileri izobardır?

9. $X + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{24}_{11}Na + \alpha$
Yukarıda verilen çekirdek tepkimesi ile ilgili;
a) X elementinin periyodik cetveldeki yeri nedir?
b) X'in nötron sayısı kaçtır?

10. X radyoaktif izotopu 3α ve $2\beta^-$ ışımalarını yaptığında ${}^{234}_{89}Y$ atomuna dönüşmektedir. **Buna göre, X atomunun atom ve kütle numarası kaçtır?**

11. Çekirdeğinde 89 proton ve 139 nötron içeren radyoaktif X atomu 3α, $2\beta^-$ ışımalarını yaparak Y atomunu oluşturuyor. **Y atomunun, atom ve kütle numaraları sırasıyla kaçtır?**

12. Radyoaktif X elementinin 126 nötronu vardır. **Bu elementin 4α, $2\beta^-$ ışımalarını yapmasıyla oluşan Y elementinin nötron sayısı kaçtır?**

13. I. ${}^{39}_{19}K + \text{Enerji} \longrightarrow {}^{39}_{19}K^{+1} + e^-$
II. ${}^{14}_{7}N + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{18}_{9}F + \text{Enerji}$
III. ${}^{210}_{85}At \longrightarrow {}^{206}_{82}Pb + \alpha + \beta^+ + \text{Enerji}$
Yukarıda verilenlerden hangileri doğal radyoaktif tepkimedir?

14. ${}^{240}X$ elementinin yarı ömrü 30 gündür. 1200 gram X, 90 gün bekletiliyor.
Bu süre sonunda X elementinin kaç molü bozunmuş olur?

15. Radyoaktif bir maddenin yarılanma süresi 2 yıldır. 8. yıl sonunda elde kalan madde 10 gramdır. **Buna göre 10. yıl sonunda bozunan madde kaç gramdır?**

16. Radyoaktif X elementinin yarılanma süresi 7,5 yıldır. X'ten yapılmış bir topun 1980 yılında kütlesi m gramdır.
Bu topun 2010 yılında kaç gramı bozunmuş olur?

1. Radyoaktif X elementi 3α, 2β ışımalarını yapıyor. Tepkime sonucunda Y elementi oluşuyor.
Buna göre,
I. X'in atom numarası 4 azalır.
II. X'in nötron sayısı 8 azalır.
III. Y elementinin çekirdeği kararsızdır.
yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

2. Radyoaktif oldukları bilinen $^{227}_{89}X$ ve $^{230}_{89}X$ atomları için;
I. Yarılanma süreleri
II. Oksijenli bileşiklerinin kimyasal özellikleri
III. Periyodik cetveldeki yerleri
özelliklerinden hangileri aynıdır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

3. $^{9}_{5}X + \alpha \longrightarrow Y + ^{1}_{1}P$

Yukarıda verilen tepkime ile ilgili;
I. Yapay radyoaktif tepkimedir.
II. Y elementi 2. periyotun 4. elementidir.
III. Y'nin nötron sayısı 6'dır.
yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

4. I. $^{2}_{1}H + ^{1}_{1}H \longrightarrow H_2$
II. $^{39}_{19}K \longrightarrow ^{39}_{19}K^{+1} + e^-$
III. $^{223}_{87}Fr \longrightarrow ^{219}_{85}At + ^{4}_{2}He$
Yukarıda verilen tepkimelerden hangileri çekirdek tepkimesidir?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

5. $^{234}_{92}X$ radyoaktif atomu ard arda 3α, $2\beta^-$ ışımalarını yaparak Y atomuna dönüşüyor.
Y atomu hangi ışımalar sonucunda $^{206}_{82}Z$ atomu oluşur?

A) 4α, $2\beta^-$ B) 3α, $2\beta^-$ C) 4α, $3\beta^-$
D) 3α, $1\beta^-$ E) 2α, $3\beta^-$

6. Radyoaktif bir maddenin yarılanma süresi 4 yıldır. 4. yıl ile 16. yıl arasında kütle farkı 28 gramdır.
Bozunan maddenin toplam kütlesi kaç gramdır?
A) 64 B) 60 C) 56 D) 52 E) 48

7. I. $^{9}_{4}Be + ^{4}_{2}He \longrightarrow ^{12}_{6}C + ^{1}_{0}n$
II. $^{226}_{88}Ra \longrightarrow ^{226}_{89}Ac + ^{0}_{-1}e$
III. $^{224}_{86}Rn \longrightarrow ^{220}_{84}Po + ^{4}_{2}He$
Yukarıda verilenlerden hangileri radyoaktif bozunmadır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

8. $^{142}_{60}X + ^{1}_{0}n \longrightarrow Y + \beta$

Yukarıda verilen tepkime için;
I. X'in kimyasal özellikleri değişir.
II. Kütle korunmuştur.
III. Y'nin nötron sayısı 82'dir.
yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

9. **Radyoaktif bozunmalarla ilgili;**

I. $\frac{n}{p} > 1$ olduğu için kararsız olan çekirdekler beta bozunması yapar.

II. $\frac{n}{p} < 1$ olduğu için kararsız olan çekirdekler pozitron bozunması yapar.

III. Elektron yakalaması, atom numarasını 1 azaltır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

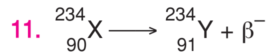
10. I. α, $2\beta^-$ ışımaları

II. β^- ışıması

III. Nötron ışıması

Yukarıdaki olaylardan hangileri radyoaktif bir elementin periyodik cetveldeki yerini değiştirmez?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

11. 
$^{234}_{90}X \longrightarrow {}^{234}_{91}Y + \beta^-$

X'in bozunma tepkimesi yukarıdaki gibidir. X'in yarı ömrü 66 dakikadır.

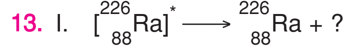
8 g X'ten 3 saat 18 dakika sonra geriye kaç gram kalır?

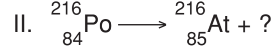
A) 2 B) 1 C) 0,5 D) 0,25 E) 0,125

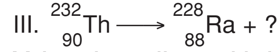
12. Yarılanma süresi 3 yıl olan radyoaktif bir maddeden, 9. ve 15. yıllar arasında 18 gram azalıyor.

Bu maddeden kaç gram bozunmuştur?

A) 186 B) 180 C) 174 D) 168 E) 162

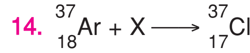
13. I. 
$[{}^{226}_{88}Ra]^* \longrightarrow {}^{226}_{88}Ra + ?$

II. 
$^{216}_{84}Po \longrightarrow {}^{216}_{85}At + ?$

III. 
$^{232}_{90}Th \longrightarrow {}^{228}_{88}Ra + ?$

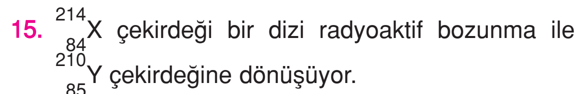
Yukarıda verilen çekirdek tepkimelerinde soru işaretiyle gösterilen ışıma türlerinin simgeleri aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

	I	II	III
A)	α	β	γ
B)	γ	β	α
C)	γ	α	β
D)	β	α	γ
E)	α	γ	β

14. 
$^{37}_{18}Ar + X \longrightarrow {}^{37}_{17}Cl$

Yukarıdaki verilen radyoaktif bozunmadaki X aşağıdakilerden hangisidir?

A) Nötron B) Proton C) Elektron
D) Alfa E) Döteryum

15. 
$^{214}_{84}X$ çekirdeği bir dizi radyoaktif bozunma ile $^{210}_{85}Y$ çekirdeğine dönüşüyor.

X çekirdeğinin yaptığı ışımalar aşağıdakilerden hangisidir?

A) 1α, 2β B) 1α, 3β C) 1α, 1β
D) 2α, 3β E) 2α, 1β

16. I. Pozitron ışıması

II. Beta ışıması

III. Alfa ışıması

Radyoaktif bir element yukarıdaki ışımalardan hangilerini yaparsa proton sayısı değişir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

1. **Aşağıda verilen olaylardan hangisi radyoaktif elementin periyodik cetveldeki yerini değiştirmez?**

A) Alfa ışıması
B) Pozitron yayınlama
C) Beta ışıması
D) Çekirdeğin elektron yakalaması
E) Çekirdeğe nötron eklenmesi

2. 
$^{238}_{92}U \longrightarrow ^{234}_{90}Th + \alpha$
Yukarıda verilen tepkime için;
I. Kütle kaybı önemsizdir
II. Nükleonların toplamı korunmuştur
III. Kimyasal tepkimedir
yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

3. Radyoaktif X elementi 2α, $3\beta^-$ ışımalarını yaptığında Y elementine dönüşüyor.
Y elementi periyodik cetvelin 1A grubunda olduğuna göre, X elementinin periyodik cetveldeki grubu hangisidir?

A) 8A B) 7A C) 5A D) 3A E) 2A

4. **Radyoaktif bir maddenin $\frac{15}{16}$ sının bozunması halinde geçen süreyi belirlemek için;**
I. Radyoaktif maddenin başlangıç miktarı,
II. Radyoaktif maddenin bozunmadan kalan miktarı,
III. Yarılanma süresi,
verilenlerden en az hangilerinin bilinmesi gerekir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

5. I. Pozitron yayınlama
II. Beta ışıması
III. Elektron yakalama
Yukarıda verilen radyoaktif bozunmalardan hangilerinin sonucunda radyoaktif element atomunun $\frac{n}{p}$ oranı azalır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

6. X ve Y aynı elementin izotop atomlarıdır.
X ve Y atomları radyoaktif olduğuna göre, X ve Y için;
I. Periyodik cetveldeki yerleri aynıdır.
II. Nükleon sayıları farklıdır.
III. Radyoaktif bozunmada yarı ömürleri farklıdır.
yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

7. Radyoaktif $^{214}_{83}X$ çekirdeği 1α, $3\beta^-$ ışımaları sonucunda Y çekirdeğine dönüşüyor. Y çekirdeği ise ard arda ışımalar yaparak $^{206}_{82}Z$ çekirdeğine dönüşüyor. **Y'nin yaptığı ışımalar aşağıdakilerden hangisidir?**

A) 1α, 1γ B) 1β, 1γ C) 1α, 1β
D) 2α, 3β E) 2α, 1β

8. **Radyoaktif X elementi ile ilgili;**
I. Bozunma hızı X'in miktarına bağlıdır.
II. Yarılanma süresi başlangıç miktarına bağlı değildir.
III. Oksijen ile birleşerek bir bileşik oluşturduğunda yarı ömrü değişir.
yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

9. $^{27}_{13}X + n \longrightarrow Y + \alpha$

Çekirdek tepkimesi ile oluşan Y elementi $^{32}_{16}S$ atomu ile bileşik oluşturuyor. **Oluşan bileşik için,**

I. Molekül kütlesi 80 akb'dir.
II. Molekül formülü YS_2'dir.
III. Radyoaktif özellik gösterebilir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

10. Radyoaktif X elementi için;

I. Çekirdek yapısı kararsızdır.
II. Bileşik yapısında iken de aynı ışımaları yapar.
III. Radyasyon yayar.

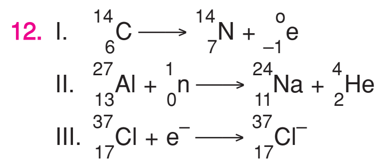
yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

11. $^{224}_{86}X$ çekirdeği $2\beta^-$, $^{A}_{90}Y$ çekirdeği 1α ışıması yaparsa oluşan yeni çekirdeklerin nötron sayıları eşit oluyor. **Y'nin kütle numarası (A) kaçtır?**

A) 226 B) 228 C) 230 D) 232 E) 236

12.



Yukarıda verilen tepkimelerden hangileri yapay radyoaktif tepkimedir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

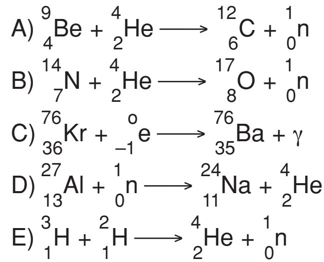
13. Beta ışınları ile ilgili;

I. Elektriksel alanda (–) kutba saparlar.
II. Rastladıkları molekülleri iyonlaştırırlar.
III. Nötronların protonlara dönüşümü sonucunda oluşurlar.

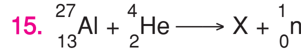
yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

14. Aşağıdaki çekirdek tepkimelerinden hangisi doğaldır?



15.



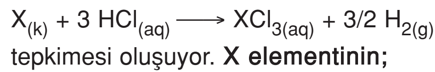
Tepkimesi sonucunda oluşan X atomu $1\beta^+$ ışıması yaptığında oluşan Y elementi ile ilgili;

I. X ile izobardır.
II. $^{32}_{16}S$ ile izotondur.
III. Periyodik cetvelin 3. periyot 4A grubundadır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

16. X elementi radyoaktiftir. X elementi HCl çözeltisinde çözündüğünde;



tepkimesi oluşuyor. **X elementinin;**

I. Radyoaktif özelliği
II. Elektron sayısı
III. Kimyasal özelliği

özelliklerinden hangileri değişir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

1. Sezyum – 137 bir beta yayımcıdır. Bu izotopun yarı ömrü 30 yıldır.
2 mol sezyum – 137'den $3,01.10^{23}$ atomunun elde kalması için kaç yıl geçmelidir?
(Avagadro sayısı = $6, 02.10^{23}$)

A) 15 B) 30 C) 60 D) 90 E) 120

2. Yarılanma süresi 1,2 saat olan X izotopundan 1 mg gerekiyor.
Laboratuvarımıza 6 saatte ulaşılabilen bir yerden en az kaç mg X yola çıkarılmalıdır?

A) 4 B) 8 C) 16 D) 32 E) 64

3. Y izotopunun yarı ömrü 29 yıldır.
Bu izotopun 2.10^{-4} gramından 116 yıl sonra kaç gramı kalır?

A) $2,5.10^{-6}$ B) $1,25.10^{-5}$ C) $2,5.10^{-5}$
D) 5.10^{-5} E) 5.10^{-4}

4. Radyoaktif X ve Y elementlerinin yarı ömürleri sırasıyla 15 saat ve 20 saattir.
Bu elementleri eşit kütlede içeren bir karışım alınırsa 60 saat sonunda karışımdaki X'in kütlesinin Y'nin kütlesine oranı kaç olur?

A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{1}{4}$ C) $\frac{1}{8}$ D) $\frac{3}{4}$ E) $\frac{7}{8}$

5. $^{40}_{17}X$ izotopu, yarı ömrü 8,4 saniye olan bir beta yayımcıdır. Sadece bu izotopu içerdiği varsayılan $HX_{(gaz)}$ maddesinden 8 mol alınarak 25°C'de 24,5 litrelik boş bir kaba konuluyor.
25,2 saniye sonra kaptaki basınç kaç atm olur?

A) 1 B) 7 C) 8 D) 10,5 E) 11,5

6. $^{21}_{9}Y$ izotopu, yarı ömrü 4 gün olan β^- ışımaları yaparak bozunmaktadır.
Boş olan 22,4 litrelik sabit hacimli bir kaba 0°C'de 2 mol HY gazı konuyor. 8 gün sonra kaptaki basınç kaç atm olur?

A) 4 B) 3,5 C) 3,25 D) 2,75 E) 1,75

7. $X \longrightarrow Y + ^{4}_{2}He$
X izotopunun bozunma denklemi yukarıda verilmiştir. X'in yarı ömrü 11,4 saniyedir.
390,4 gram X maddesi bozunmaya bırakılıyor. 45,6 saniye sonra 1,5 mol Y oluştuğuna göre, Y'nin atom kütlesi nedir?

A) 248 B) 240 C) 232 D) 226 E) 206

8. $^{224}A \longrightarrow B + ^{4}_{2}He$
A izotopunun yarı ömrü 38 gündür.
114 gün sonra 0°C ve 2 atm basınçta 1,12 litre gelen helyum gazı elde etmek için kaç gram A elementi bozunmaya bırakılmalıdır?

A) 12,8 B) 22,4 C) 24,8 D) 25,2 E) 25,6

9. Radyoaktif bir izotopun yarı ömrü 4 yıldır. 4. yıl ile 16. yıl arasında bozulan kütle 21,7 gramdır.
16. yıl sonunda toplam kaç gram bozunmuştur?

A) 49,6 B) 48,7 C) 46,5 D) 45,6 E) 42,5

10. $^{131}_{53}I$ izotopu beta ışıması yaparak bozunmaktadır. Bu izotopun yarı ömrü n gündür. Bu izotopun oluşturduğu BaI_2 katısı kullanılarak 1,6 M 500ml sulu çözelti hazırlanıyor.
3n gün sonunda çözeltideki I^- iyonları derişimi kaç molardır?

A) 0,8 B) 0,6 C) 0,5 D) 0,4 E) 0,2

11. $X \longrightarrow Y + \beta^-$

X izotopunun yarı ömrü 30 dakikadır.

Bu izotopun 40 gramı saat 12.30'da bozunmaya bırakılırsa, saat 14.30 da kaç gramı bozunmadan kalır?

A) 2,5 B) 5 C) 10 D) 20 E) 37,5

12. $^{210}_{89}X \longrightarrow \, ^{206}_{87}Y + \alpha$

tepkime denklemine göre bozunan X radyoaktif elementinin yarılanma süresi 8 gündür.

2 mol X elementi ile başladığında 24 gün sonunda oluşan He gazı NK'da kaç litre hacim kaplar?

A) 5,6 B) 11,2 C) 22,4 D) 33,6 E) 39,2

13. Yarı ömrü 3 yıl olan radyoaktif bir maddenin 6 yıl ile 12. yıl arasındaki kütle farkı 27 gramdır.

Bu maddenin 12. yıl sonunda bozunan toplam kütlesi kaç gramdır?

A) 58 B) 72 C) 117 D) 135 E) 144

14. Radyoaktif bir maddenin m gramının 3/4 m gram bozunması 2t günde gerçekleşiyor.

Bu maddenin 128 gramlık bir örneğinden 8 gram kalması için kaç gün geçmelidir?

A) 5t B) 4t C) 3t D) 2t E) t/2

15. **Yarılanma süresi 12 yıl olan maddenin 24. ile 48. yıllar arasındaki kütle kaybı 9 gram ise başlangıçta kütlesi kaç gramdır?**

A) 12 B) 24 C) 48 D) 64 E) 96

16. X'in yarılanma süresi 24 gündür. Y'nin yarılanma süresi bilinmiyor. X ve Y'den ayrı ayrı 128 gram alınıyor. **Belirli bir süre sonra X'ten 8 gram, Y'den ise 2 gram kaldığına göre, Y elementinin yarı ömrü kaç gündür?**

A) 20 B) 16 C) 12 D) 10 E) 8

17. A ve B radyoaktif elementlerinin yarılanma süreleri sırasıyla 4 ve 5 saattir. Eşit kütlelerde A ve B'den oluşan bir karışımın bozunmaya bırakılıyor.

20 saat sonra geriye kalan karışımda $\frac{m_A}{m_B}$ kütlelerinin oranı nedir?

A) 2 B) 1 C) $\frac{3}{2}$ D) $\frac{1}{2}$ E) $\frac{1}{4}$

18. **Radyoaktif oldukları bilinen $^{239}_{94}X$, $^{241}_{94}X^{+4}$ ve $^{242}_{94}X^{+2}$ atom ve iyonları için;**

I. Kimyasal özellikleri

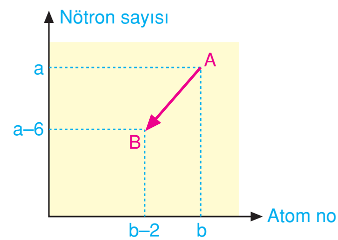
II. Yaptıkları ışıma türleri

III. Yarı ömürleri

niceliklerinden hangileri farklıdır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

19.



Yukarıdaki grafiğe göre radyoaktif özellik taşıyan A elementinin, B elementine dönüşmesi sırasında yaptığı ışımalar aşağıdakilerden hangisidir?

A) 2α B) $4\beta^-$ C) 1α, $4\beta^-$
D) 2α, $2\beta^-$ E) 1α, $2\beta^-$